

環境省

平成26年度環境技術実証事業

ヒートアイランド対策技術分野

(地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム)

実証試験結果報告書

《詳細版》

平成27年3月

実証機関 : 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証単位 : (B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証申請者 : MDI株式会社
実証対象技術 : MDI簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W
実証番号 : 052-1403



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

目 次

○ 全体概要	1
1. 実証対象技術の概要	1
2. 実証試験の概要	2
3. 実証試験結果	3
○ 本編	6
1. 実証試験の目的及び概要	6
1.1 環境技術実証事業の目的と定義	6
1.2 実証対象技術と実証単位	6
1.3 実証単位 (B) の実証目的と実証項目	7
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	8
3. 実証対象技術の概要	10
3.1 技術の原理	10
3.2 実証対象技術の特徴と仕様	10
(参考情報)	13
4. 実証試験場所 (実証試験設備) の概要	14
4.1 実証試験設備の概要	14
4.2 測定機器	17
4.3 試験設備と試験中の写真	17
5. 実証試験の内容	19
5.1 実証試験要領の規定	19
5.2 本試験における試験方法	20
5.3 試験日程	21
6. 実証試験結果	22
6.1 各温度条件における測定結果	22
6.2 実証項目の試験結果まとめ	37
7. 考察	38
○ 付録	39
1. 地中熱用語集	39
2. 品質管理に関する事項等の情報	41



○ 全体概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	MD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W
実証申請者	MD I 株式会社
実証単位	(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
実証試験期間	平成 26 年 11 月 23 日、11 月 26 日 (試験室での試験期間)

1. 実証対象技術の概要

1.1 地中熱利用と地中熱用ヒートポンプ

地中の温度は一年中ほぼ一定で、夏は外気よりも温度が低く、冬は外気より温度が高い、という特性を有するため、地中熱を空調に利用すると効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

「実証単位 (B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ」は、地中から採取された熱を所要の温度まで低下または上昇させる装置である。一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを接続する配管から構成され、冷媒が圧縮、凝縮、膨張、蒸発の四つの過程を繰り返して循環することにより、熱を温度の低いところから高いところへ移動することができる装置である。

本実証試験では、地中熱用ヒートポンプの冷却能力、加熱能力、消費電力量、エネルギー効率などの性能を、試験室で試験をして実証したものである。

1.2 実証対象技術の概要



写真1 MDIHP-L-W/W の外形

回転数をインバータで制御している。インバータ制御は、一次側熱媒温度、二次側熱媒温度、温度調節ダイヤルの設定温度の関係により、内蔵するマイコンによって自動的に最適な回転数になるように制御されている。

実証対象技術であるMD I 簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W は、地中熱、地下水熱、排水熱等を熱源に利用するヒートポンプチラーである。ヒートポンプを構成する圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器の内部を循環する冷媒には R410A を使用している。ヒートポンプと外部とで熱をやりとりする熱媒には、一次側（熱源側）・二次側（利用側）ともに水（不凍液）を循環させるいわゆる「水-水ヒートポンプ」である。

MD I 簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W は、温度調節ダイヤルによって設定する二次側熱媒の温度によって

ON-OFF 制御をするとともに、圧縮機の回

表1 主要な仕様

型式	MDIHP-L-W/W	冷房	定格能力	6.35kW
名称	MDI 簡易ヒートポンプチラー		定格消費電力	1.66kW
種類	冷房・暖房専用ヒートポンプチラー		運転電流	9.3A
電源	単相 200V 50/60Hz 両用	暖房	定格能力	7.68kW
冷媒	R410a、 1.46Kg(適正量)		定格消費電力	2.09kW
質量	40Kg (本体のみ)		運転電流	11.75A
外形寸法(高さ x 幅 x 奥行 mm)		560[H] × 832[W] × 504.2[D] (本体のみ)		

2. 実証試験の概要

2.1 実証試験時の試験設備構成及び測定機器の種類

本実証試験に使用した設備は、MD I 株式会社本社に設置した試験設備である。10 個のバルブを調整することによって、熱媒の出入り口温度を任意に変化させて試験を行える設備である。試験設備及び各測定項目の測定機器は、以下のとおり構成されている。なお、各測定項目の測定機器の製造事業者及び型式等は、詳細版本編の表 4-3 (p.17) に示す。

表2 実証試験設備の概要と構成

設置場所	試験設備を構成する主な機器	試験設備を構成する主な測定機器
MD I 株式会社 本社内	・給湯器：1 基 ・水タンク：2 基 ・循環ポンプ：2 基 ・バルブ：10 個	・測温抵抗体：4 ・電磁流量計：2 ・電力計：1 ・データロガー：1

2.2 実証試験の実証項目

実証試験要領*¹に規定されている実証項目は以下のとおりである。

表3 実証試験の実証項目

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (原則的に水を熱媒とする)
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP (熱媒の規定なし)

2.3 実証試験の条件

(1) 熱媒

実証試験では熱媒は水を使用した。

(2) 温度条件

実証試験要領*¹に規定する表 4、表 5 (次頁) に示した温度条件で試験を行った。本実証対象技術は「間接式」なので、冷房期間を想定した温度条件は、間接式の場合として規定されたものを適用した。

- ・間接式：ヒートポンプと室内機間の熱の輸送を、熱媒を通して行う方式

表4 冷房期間を想定した温度条件（間接式の場合）*2

	2次側（利用側）熱媒温度（℃）		1次側（熱源側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件1	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件2			25±0.3	30±0.3
温度条件3			30±0.3	35±0.3

表5 暖房期間を想定した温度条件（間接式の場合）*2

	2次側（利用側）熱媒温度（℃）		1次側（熱源側）熱媒温度（℃）	
	入口	出口	入口	出口
温度条件1	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件2			10±0.3	5±0.3

暖房期間を想定した温度条件のうち2次側（利用側）熱媒温度は、実証試験要領^{*1}には規定されていないので、JIS B 8613（ウォータチリングユニット）に規定している温度条件を適用した。

*1：環境省水・大気環境局 総務課環境管理技術室 平成26年5月1日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証試験要領』
http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_H26.pdf

*2 表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。



ヒートポンプ（背面）

写真2 ヒートポンプ試験の状況

3. 実証試験結果

冷房期間及び暖房期間を想定した温度条件でのエネルギー効率（COP）及びCOP特性グラフは次のとおりである。

(1) 【必須項目】 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP*)

表 6 各温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP)

冷房COP[—]		熱源側(1次側)熱媒入口温度		
		20℃	25℃	30℃
利用側(2次側)熱媒出口温度	7℃	6.1	3.9	3.5

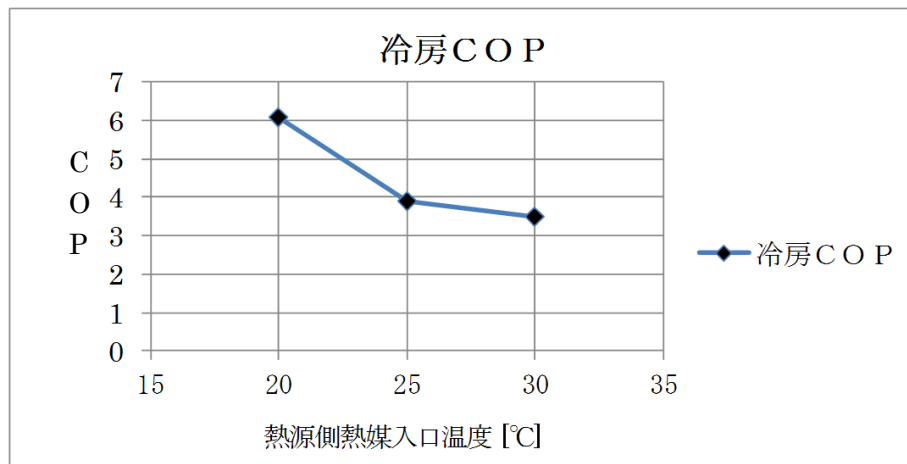


図 1 各温度条件におけるエネルギー効率 (冷房 COP)

(2) 【任意項目】 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP*)

表 7 各温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP)

暖房COP[—]		熱源側(1次側)熱媒入口温度	
		10℃	15℃
利用側(2次側)熱媒出口温度	45℃	3.7	3.7

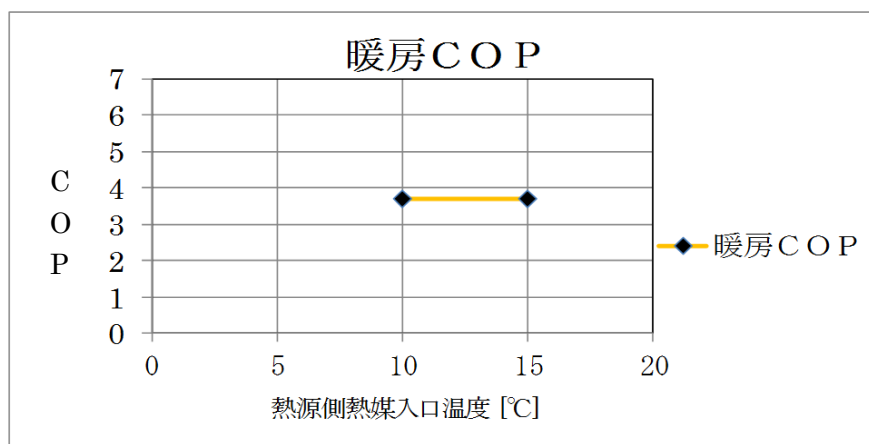


図 2 各温度条件におけるエネルギー効率 (暖房 COP)

* 「冷房 COP」等の用語は、本報告書 詳細版 p.7 表 1-1 下 なお書き 参照。

(参考情報)

項 目		実証申請者 記入欄
製品名・型番		MD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W (英文表記: Simplified Groundsource heat pump MDIHP-L-W/W)
製造(販売)企業名		MD I 株式会社 (英文表記: MDI Corporation)
連絡先	TEL/FAX	044-201-6822/044-344-2122
	Web アドレス	http://www.mdirect.jp
	E-mail	
設置条件		直射日光や湿度が少ない場所。 周囲温度が5℃～40℃の範囲内の場所に設置してください。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		熱交換器に流れる水質によって、定期的に洗浄する必要があります。 年に1回定期的に点検をすることをお勧めします。
施工性		水ポンプ、膨張タンクは、別途ご用意ください。 水配管は専門の業者にご依頼ください。
技術上の特徴		熱交換部分を高い性能を持つブレイジングプレート式熱交換器(プレート式熱交換器のブレイジングタイプ) にすることでCOPの向上を果たした。 ポンプや膨張タンクがついていないため、小型で軽い。
コスト概算		MDI 簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W 定価 960,000 円

○その他実証申請者からの情報

簡易ヒートポンプシリーズは、全国各地に約80台ほどの施工事例があります。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 本編

1. 実証試験の目的及び概要

1.1 環境技術実証事業の目的と定義

環境技術実証事業の目的と「実証」の定義は、「平成 26 年度 環境技術実証事業 実施要領」*¹に次のように定められている。

- (1)『環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、その環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（以下、「環境保全効果等」という。）についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、環境保全効果等を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の利用者による技術の購入、導入等に当たり、環境保全効果等を容易に比較・検討し、適正な選択を可能にすることにより、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とする。
- (2)本実証事業において「実証」とは、環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を試験等に基づき客観的なデータとして示すことをいう。

「実証」は、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。

なお、本実証試験は、「環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証試験要領」*²に基づいて実施した。

1.2 実証対象技術と実証単位

本実証試験の対象とする地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムとは、地中熱及び地下水熱、下水熱等を熱源とし、ヒートポンプによって効率的に冷暖房を行うシステム全般のことである。当該システムは、多層的な技術の組み合わせで構成されており、図1-1のとおり階層的に分類される。なお、(A)、(B)、(C)は実証単位と呼ぶ実証試験の種別である。

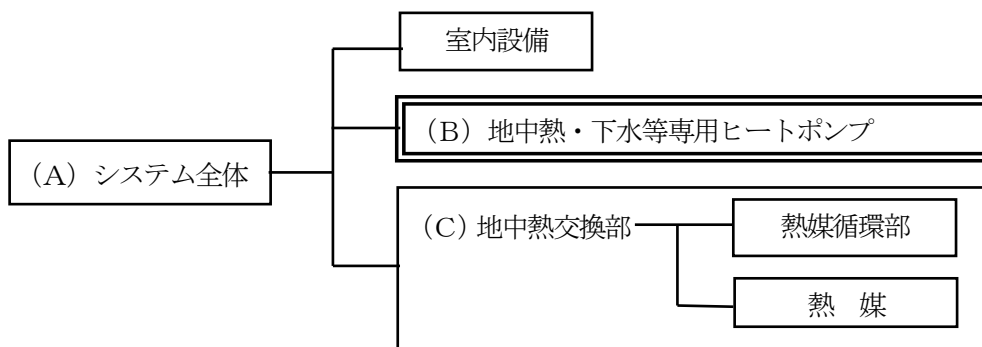


図 1-1 実証対象技術の全体像

本報告書はこれらの階層的技術の内、「(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ」に関する報告書である。「(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ」は「地中熱や地下水熱、下水熱等を熱源として想定し、各熱源温度を適正温度範囲とする水冷式ヒートポンプ。設備機器メーカーが販売する既製品単位である。」と実証試験要領に定義されている。

*¹:環境省総合環境政策局総務課 環境研究技術室 平成 26 年 4 月 1 日『環境技術実証事業 実施要領』
http://www.env.go.jp/policy/etv/system/yoryo_h26.pdf

*²:環境省水・大気環境局 総務課環境管理技術室 平成 26 年 5 月 1 日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証試験要領』
http://www.env.go.jp/policy/etv/pdf/03/09_H26.pdf

1.3 実証単位（B）の実証目的と実証項目

(1) 実証目的

地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体の性能の実証を目的としている。

(2) 実証試験方法

実証試験は、試験室において、定められた熱媒温度で熱媒を循環させて、ヒートポンプの生成熱量や消費電力量などを測定する。

(3) 実証単位（B）の実証項目

実証項目は、表 1-1 のとおりである。

表 1-1 地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目

必須または任意	実証項目	内容
必須項目	a. 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（原則的に水を熱媒とする）
任意項目	b. 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率	COP（熱媒の規定なし）

なお、本実証試験結果報告書では、「冷房期間を想定した温度条件における運転」を「冷房運転」、「冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率」を「冷房 COP」と省略して書く場合がある。また同様に、「暖房期間を想定した温度条件における運転」を「暖房運転」、「暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率」を「暖房 COP」と省略して書く場合がある。

2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証試験参加者とその責任分掌は、表 2-1 に示すとおりである。

実証申請者であるMD I 株式会社は本実証対象技術である地中熱ヒートポンプユニットの製造販売事業者である。

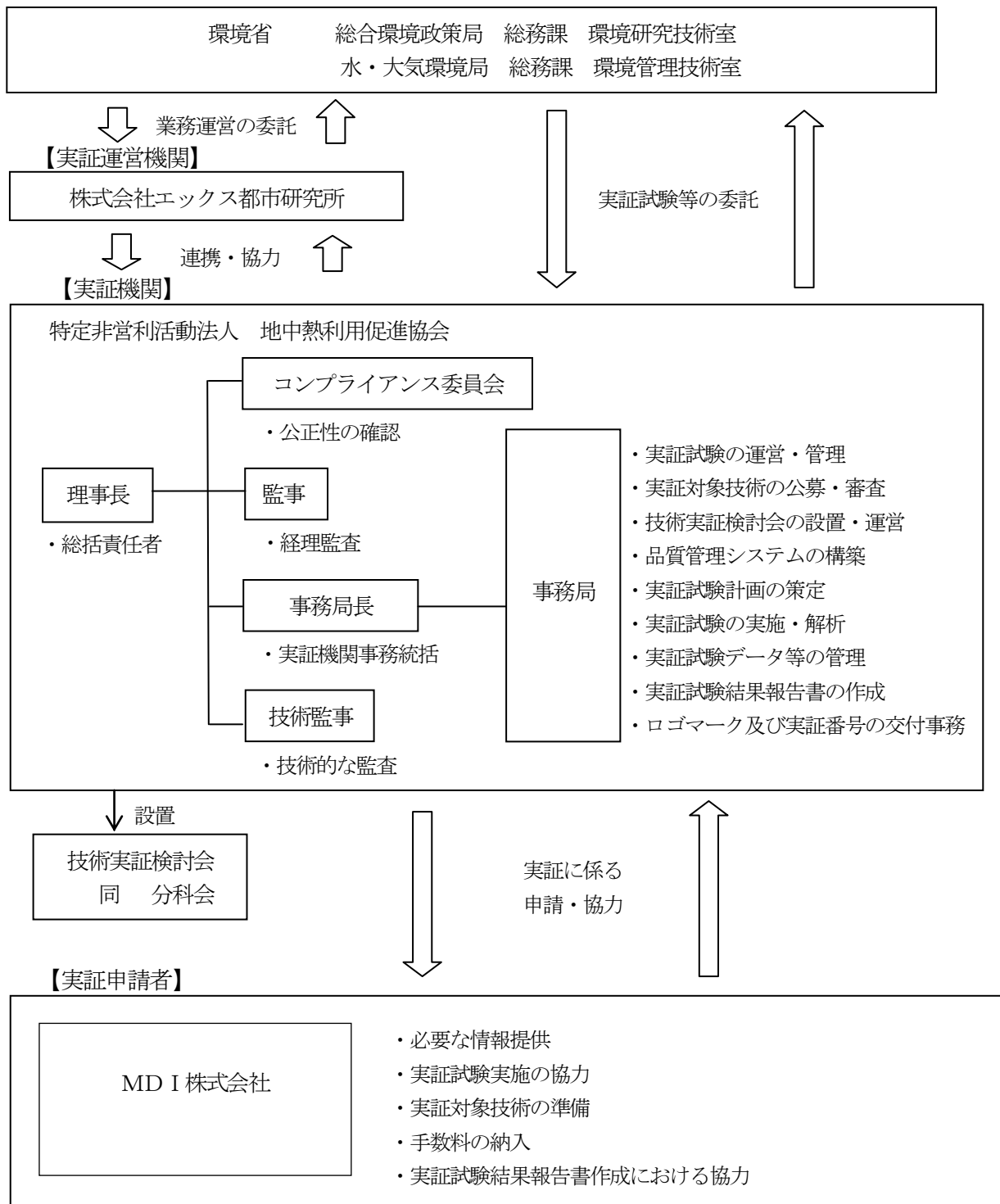


図 2-1 実証試験に参加する組織

表 2-1 実証試験参加者と責任分掌

区分	実証試験参加組織	責任分掌	参加者
実証機関	特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会	実証試験の運営・管理	笹田政克 服部旭 宮崎眞一 小間憲彦 橋爪茂利雄 赤木誠司
		実証対象技術の公募・審査資料作成	
		技術実証検討会、同分科会の設置・運営	
		品質管理システムの構築	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施・解析	
		実証試験データ・情報の管理	
		実証試験結果報告書の作成	
		その他実証試験要領で定められた業務	
		内部監査の総括	後藤 文彦
		実証試験の技術的監査	安川香澄
		適法性及び公平性の確認	コンプライアンス 委員会
実証申請者	MD I 株式会社	実証機関への必要な情報提供と協力	長谷川雄也
		実証対象技術の準備と関連資料の提供	
		手数料の納入	
		既存の性能データ等の提供	
		実証試験における試験作業	
		実証試験報告書の作成における協力	

3. 実証対象技術の概要

3.1 技術の原理

一般的にヒートポンプは、圧縮機、凝縮器、膨張弁、蒸発器とそれらを接続する配管から構成され、その中に充填された冷媒が圧縮、凝縮、膨張、蒸発の四つの過程（ヒートポンプサイクル）を順次繰り返しながら、循環することにより、熱を温度の低いところから高いところへ移動させる装置である。凝縮側と蒸発側の温度差が小さいと消費電力は少なくなり、エネルギー効率は向上する。地中の温度は、外気温と比べ夏は低く、冬は高いため、地中を夏季の放熱源、冬季の採熱源として利用すれば、年間を通して効率の良い冷暖房ができる。また、冷房時の排熱を地中に放出し、外気中に放出しないため、ヒートアイランド対策として効果が期待されている。

3.2 実証対象技術の特徴と仕様

(1) 実証対象技術の特徴

実証対象技術であるMD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W は、地中熱、地下水熱、排水熱等を熱源に利用するヒートポンプチラーである。ヒートポンプと外部とで熱をやりとりする熱媒には、一次側（熱源側）・二次側（利用側）ともに水（不凍液）を循環させるいわゆる「水-水ヒートポンプ」である。

MD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W は、温度調節ダイヤルによって設定する二次側熱媒の温度によって ON-OFF 制御をするとともに、圧縮機の回転数をインバータで制御している。インバータ制御は、一次側熱媒温度、二次側熱媒温度、温度調節ダイヤルの設定温度の関係により、内蔵するマイコンによって自動的に最適な回転数になるように制御されている。

(2) 実証対象技術の仕様

表 3-1 実証対象技術の主な仕様

型式			MDIHP-L-W/W
名称			MDI 簡易ヒートポンプチラー
種類			冷房・暖房専用ヒートポンプチラー
電源			単相 200V 50/60Hz 両用
冷暖房平均エネルギー消費効率			3.8
冷房	定格能力(kW)	標準	6.35 kW
	定格消費電力(kW)	標準	1.66kW
	運転電流(A)		9.3A
	運転音(dB)		66dB
暖房	定格能力(kW)	標準	7.68kW
	定格消費電力(kW)	標準	2.09kW
	運転電流(A)		11.75A
	運転音(dB)		65dB
適正冷媒量(kg)			R410a 1.46Kg
質量(kg) *本体のみ			40Kg
外形寸法(高さ x 幅 x 奥行 mm) *本体のみ			560[H] x 832[W] x 504.2[D]

※ ここに示す能力、消費電力は下記の条件における値である。

冷房：1 次側入口温度 25℃、出口温度 30℃。2 次側入口温度 12℃、出口温度 7℃

暖房：1 次側入口温度 15℃、出口温度 10℃。2 次側入口温度 40℃、出口温度 45℃



写真 3-1 実証対象技術(MD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W)の写真

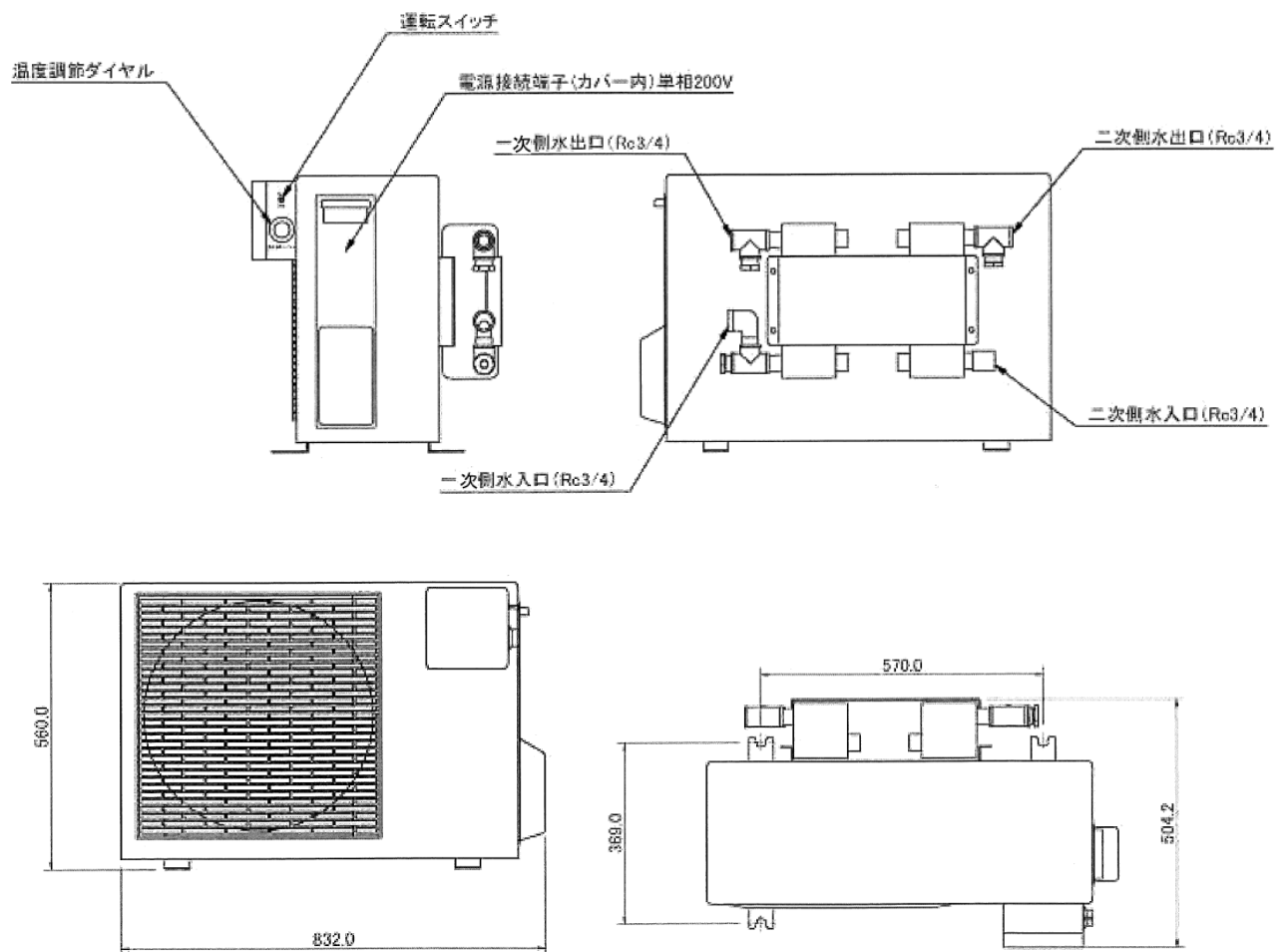


図 3-1 実証対象技術外形図 (MDIHP-L-W/W)

(3) 実証対象技術 (MDIHP-L-W/W) の外形上の特長

本実証対象技術 (本製品) の外形上の特長を説明する。

- ① 本製品は水熱源専用のヒートポンプであるが、空気熱源ヒートポンプのような空冷用ファンが付いている。空冷用のファンが付いている理由は、この製品が、空気熱源ヒートポンプと筐体や圧縮機等の主要部分を共通化しているためで、その結果、空冷用ファンがそのまま残っている。従って、水熱源専用ヒートポンプでは空冷用ファンは使用していない。
- ② 通常のヒートポンプでは熱交換器 (凝縮器と蒸発器) は、ヒートポンプ筐体の内部にあるが、本製品では、その外側についている。外側についている理由は、この製品では大きな伝熱面積を持つプレート式熱交換器を用いており、シリーズで共通化している筐体に熱交換器が収まらないためである。
実証申請者 (MD I 株式会社) は、各種熱交換器の専門メーカーであるが、本製品はその熱交換器の専門技術を活用して、既存ヒートポンプの筐体を利用して製造した製品であるため、このような外形となっている。
- ③ 外形図では「温度調節ダイヤル」が筐体の表側についているが、「温度調節ダイヤル」は製品の据え付け場所の条件に応じて操作の便宜のため、表側または裏側に付けることができる。その位置によって製品の性能が変わるものではない。

(参考情報)

項 目		実証申請者 記入欄
製品名・型番		MD I 簡易ヒートポンプチラー MDIHP-L-W/W (英文表記: Simplified Groundsource heat pump MDIHP-L-W/W)
製造(販売)企業名		MD I 株式会社 (英文表記: MDI Corporation)
連絡先	TEL/FAX	044-201-6822/044-344-2122
	Web アドレス	http://www.mdirect.jp
	E-mail	
設置条件		直射日光や湿度が少ない場所。 周囲温度が 5℃～40℃の範囲内の場所に設置してください。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		熱交換器に流れる水質によって、定期的に洗浄する必要があります。 年に 1 回定期的に点検をすることをお勧めします。
施工性		水ポンプ、膨張タンクは、別途ご用意ください。 水配管は専門の業者にご依頼ください。
技術上の特徴		熱交換部分を高い性能を持つブレイジングプレート式熱交換器(プレート式熱交換器のブレイジングタイプ) にすることで COP の向上を果たした。 ポンプや膨張タンクがついていないため、小型で軽い。
コスト概算		MDI 簡易ヒートポンプチラーMDIHP-L-W/W 定価 960,000 円

○その他実証申請者からの情報

簡易ヒートポンプシリーズは、全国各地に約 80 台ほどの施工事例があります。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

4. 実証試験場所（実証試験設備）の概要

4.1 実証試験設備の概要

(1) 試験場所

実証試験に使用した設備は、MD I 株式会社本社に設置した試験設備である。実証試験設備の所在地を表 4-1 に示す。

表 4-1 実証試験設備の所在地

使用設備	MD I 株式会社 本社内に設置の試験設備
実施場所	MD I 株式会社 本社
設備所在地	神奈川県川崎市川崎区浅田 3-12-10

本実証試験に当たっては、実証機関の担当者が試験設備を確認するとともに、試験作業は実証申請者と共に行い、公正性を確保した。

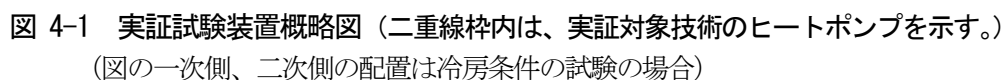
本実証試験に使用したMD I 株式会社所有の試験設備は、今回、自社の既存の試験設備を改良して製作した試験設備である。10 個のバルブを調整することによって、熱媒の出入り口温度を任意に変化させて試験を行えるものである。

(2) 試験設備

試験設備は、主に表 4-2 に示す機器で構成されている。

表 4-2 実証試験設備の概要と構成

設置場所	試験設備を構成する主な機器	試験設備を構成する主な測定機器
MD I 株式会社 本社内	・ 給湯器：1 基 ・ 水タンク：2 基 ・ 循環ポンプ：2 基 ・ バルブ：10 個	・ 測温抵抗体：4 ・ 電磁流量計：2 ・ 電力計：1 ・ データロガー：1



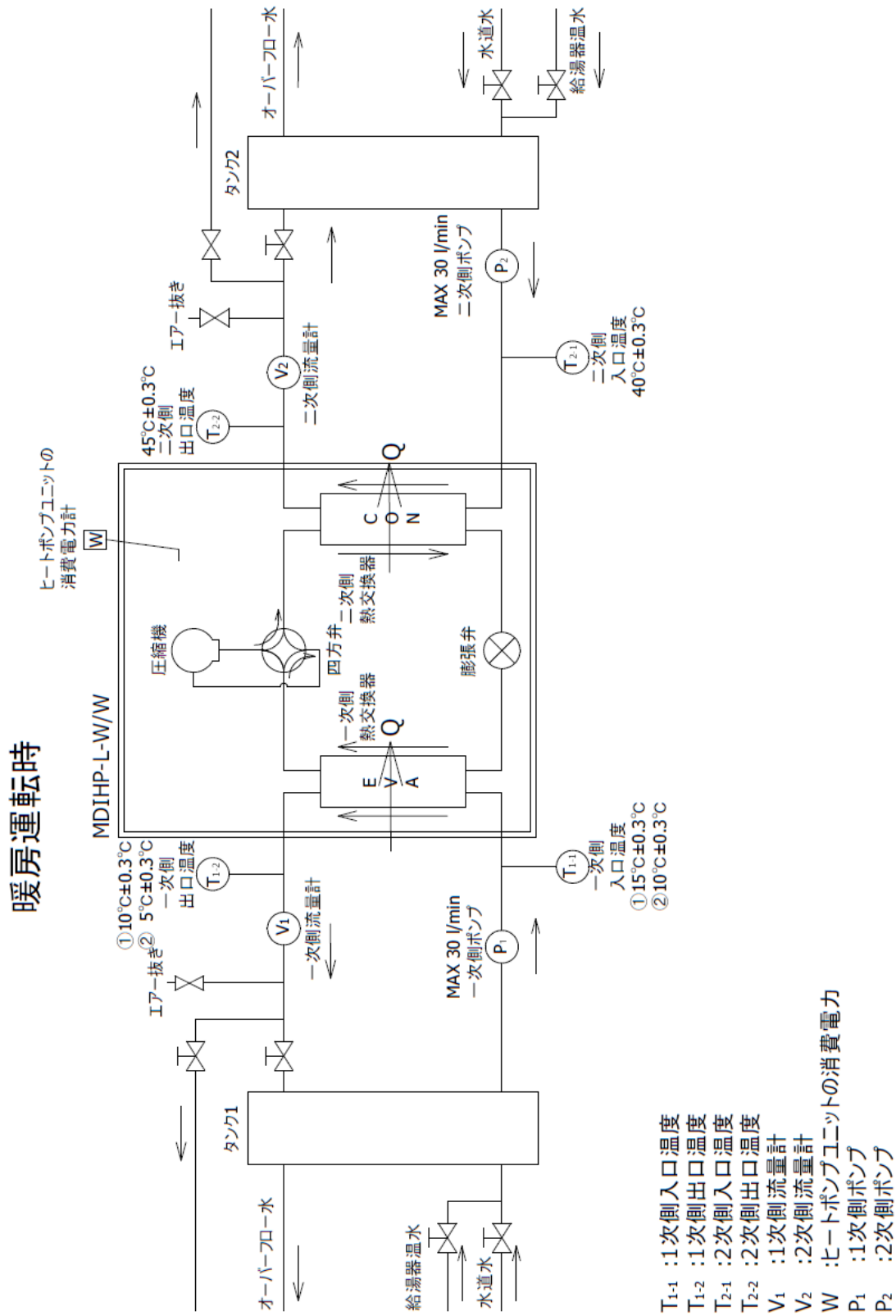


図 4-2 実証試験装置概略図（二重線枠内は、実証対象技術のヒートポンプを示す。）
（図の一次側、二次側の配置は暖房条件の試験の場合）

4.2 測定機器

(1) 測定機器

本実証試験に使用した測定機器は、表 4-3 のとおりである。

表 4-3 実証試験に用いた測定機器

測定項目	測定機器	製造事業者	製品型式	精度など
温度	白金測温抵抗体	オムロン株式会社	E52-P10AEY 4M	0~250℃ クラス B (精度±0.3℃)
流量	電磁流量計	株式会社キーエンス	FD-MC	±1.0% of F.S. (繰返し 精度 10s)
電力量	電力計	共立電気計器株式会社	コンパクトパワーメータ KEW6305	±0.2% f.s.
記録	データロガー	グラフテック株式会社	Midi LOGGER GL820	

(2) 測定機器の精度の確認

本実証試験前に、表 4-3 の測定機器は、全て実証試験要領に定める精度の規定*を満足していることを確認した。

*実証試験要領(平成 26 年 5 月 1 日付) p.47 第 10 章 1. 1.1 データ品質管理の方法 表 14 参照。

4.3 試験設備と試験中の写真



写真 4-1 実証試験中の実証対象技術のヒートポンプ

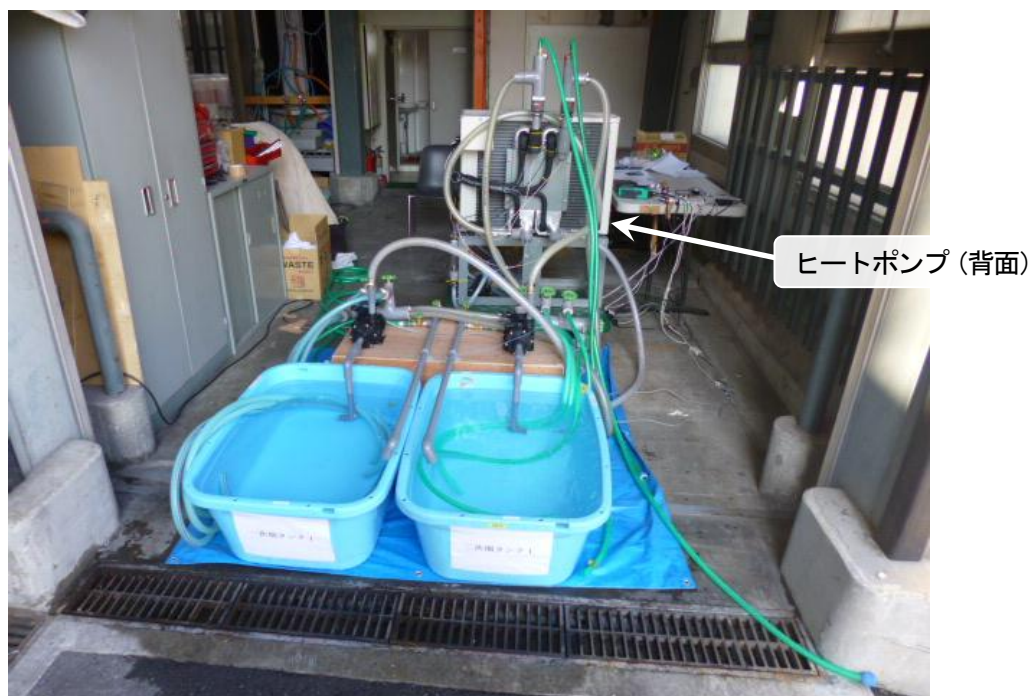


写真 4-2 試験設備の全体配置



写真 4-3 試験設備の配管の状況

5. 実証試験の内容

5.1 実証試験要領の規定

実証試験要領に規定されている実証試験方法の概要は以下のとおりである。なお、ヒートポンプで作られた熱の利用形態は、ヒートポンプ内部を循環する冷媒自体を直接外部に取り出して利用する直膨式と、ヒートポンプ内部を循環する冷媒の熱をヒートポンプシステム（製品）内部で熱媒に熱交換して外部に取り出して利用する間接式とがある。

本実証対象技術は、間接式なので、冷房期間を想定した温度条件は、間接式の場合として規定されたものを適用した。

以下に、実証試験要領から関係する箇所を抜粋・引用して示す。

表 5-1 冷房期間を想定した温度条件（間接式の場合）*1

	2次側熱媒温度 (°C)		1次側熱媒温度 (°C)	
	入口水温	出口水温	入口水温	出口水温
温度条件 1	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件 2			25±0.3	30±0.3
温度条件 3			30±0.3	35±0.3

*1：表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。

なお、暖房期間を想定した場合の温度条件は、熱源側熱媒温度は地中熱を想定した値として、①入口温度 15°C／出口温度 10°C、②入口温度 10°C／出口温度 5°Cの2条件を必須とする。

(1) 測定箇所

$T_{2次側-1}$ ：2次側熱媒入口温度[K]

$T_{2次側-2}$ ：2次側熱媒出口温度[K]

$T_{1次側-1}$ ：1次側熱媒入口温度[K]

$T_{1次側-2}$ ：1次側熱媒出口温度[K]

$V_{2次側}$ ：2次側熱媒流量[cm³/s]

$W_{圧}$ ：圧縮機の消費電力[W]

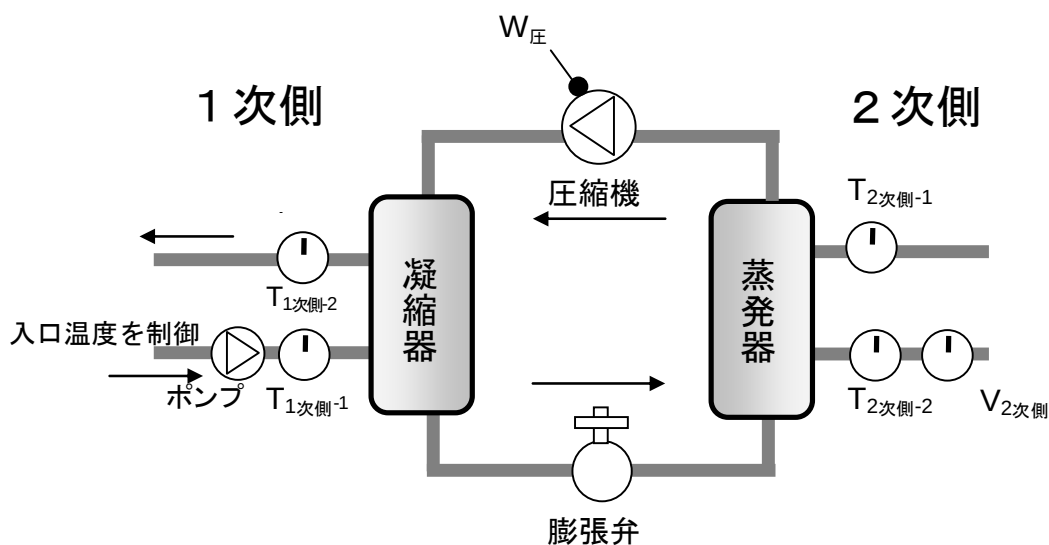


図 5-1 ヒートポンプのみの実証における測定点

(2) 実証項目の算出

$$COP = \frac{\text{ヒートポンプ生成熱量 [W]}}{\text{ヒートポンプ消費電力 [W]}}$$

$$\text{ヒートポンプ生成熱量[W]} = |T_{2\text{次側-1}} - T_{2\text{次側-2}}| \cdot V_{2\text{次側}} \cdot c \cdot \rho$$

$$\text{ヒートポンプ消費電力[W]} = W_{\text{圧}}$$

c : 熱媒の比熱[J/g・K]

ρ : 熱媒の比重[g/cm³]

- 1次側熱媒入口温度 ($T_{1\text{次側-1}}$)、2次側熱媒出口温度 ($T_{2\text{次側-2}}$) をそれぞれパラメータとして 5℃ 間隔で設定、上記式に従って設定温度ごとに COP を測定する。
- ヒートポンプ消費電力とは、ヒートポンプ自体の消費電力であり、1次側、2次側熱媒の輸送ポンプの消費電力は含まない。

(ここまでの、実証試験要領からの抜粋・引用)

5.2 本試験における試験方法

(1) 試験の温度条件

冷房期間の試験は、実証試験要領に規定する以下に示す表 5-2 の温度条件で試験を行った。

暖房期間の試験は、1次側(熱源側)熱媒温度を、実証試験要領の規定に基づいて定め、2次側(利用側)熱媒温度条件は、実証試験要領に規定されていないため、JIS B 8613 (ウォーターチリングユニット) に規定している温度条件を適用した。

表 5-2 冷房期間を想定した温度条件(間接式の場合) *1

	2次側(利用側)熱媒温度(℃)		1次側(熱源側)熱媒温度(℃)	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	12±0.3	7±0.3	20±0.3	25±0.3
温度条件 2			25±0.3	30±0.3
温度条件 3			30±0.3	35±0.3

表 5-3 暖房期間を想定した温度条件(間接式の場合) *1

	2次側(利用側)熱媒温度(℃)		1次側(熱源側)熱媒温度(℃)	
	入口	出口	入口	出口
温度条件 1	40±0.3	45±0.3	15±0.3	10±0.3
温度条件 2			10±0.3	5±0.3

*1 : 表中の公差は、試験中の温度変動許容差である。

(2) 試験に使用した熱媒

実証試験要領には、『冷房期間を想定した温度条件では「原則的に水を熱媒とする」、暖房期間を想定した温度条件では「熱媒の規定なし」と規定されている*。本実証試験では、冷房試験も暖房試験も 1次側も2次側も共に水を熱媒として試験をした。

*実証試験要領(平成 26 年 5 月 1 日付) p.32 第 7 章 3.1 実証項目 表 6 参照。

(3) 試験手順

冷房運転と暖房運転の試験は、共に試験設備の熱媒（水）を循環させて、温度が試験の温度条件に合うように循環量を各所のバルブで調整しながら、熱媒温度が規定の温度で安定したことを確認した後、5分後、10分後、15分後に、熱媒温度、熱媒流量、消費電力などの測定を行った。

5.3 試験日程

実証試験は次の日程で実施した。

表 5-4 実証試験実施日程

試験条件	試験実施日
冷房条件 2、3	平成 26 年 11 月 23 日
冷房条件 1、暖房条件 1、2	平成 26 年 11 月 26 日

6. 実証試験結果

6.1 各温度条件における測定結果

(1) 冷房期間の温度条件 1

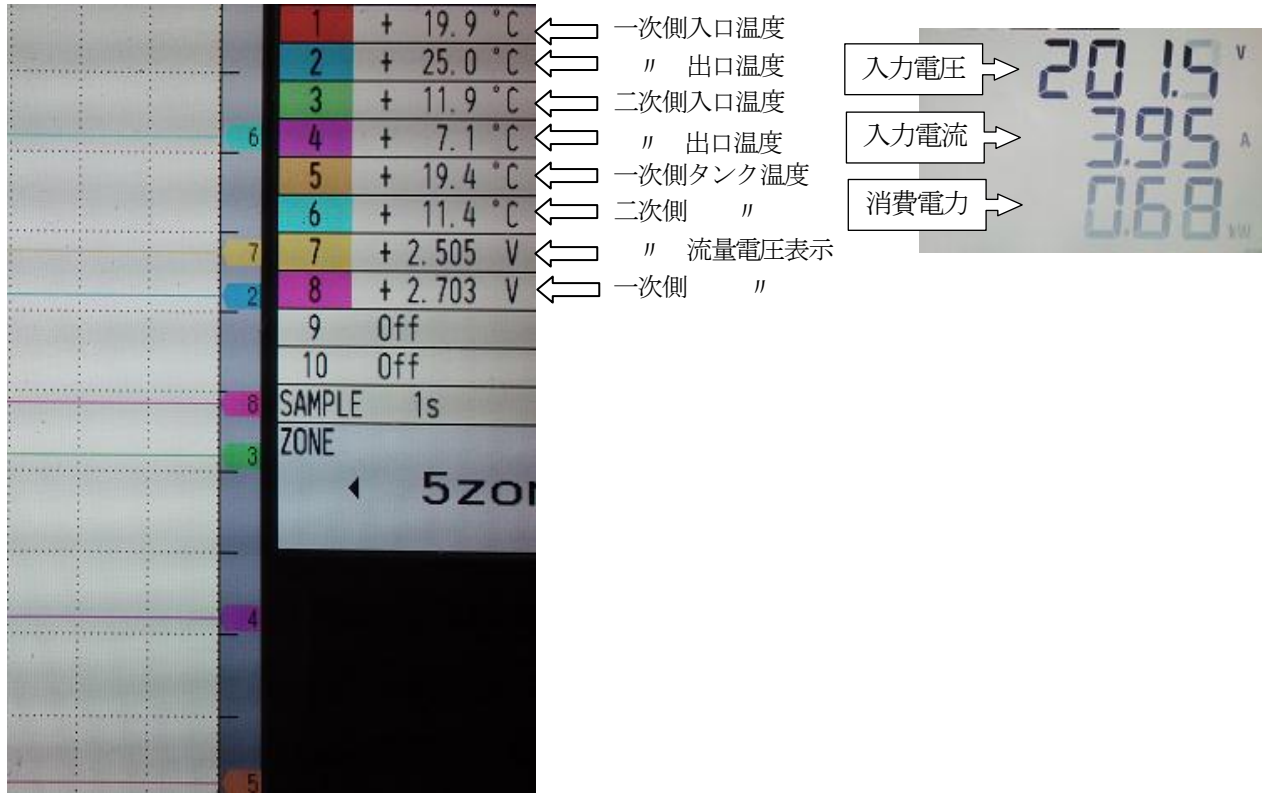
冷房期間の温度条件 1 での測定結果を表 6-1 に、測定時の計測器の指示の写真を図 6-1 (p.23、24) に、各部水温の安定確認のグラフを図 6-2 (p.24) に示す。

表 6-1 冷房期間の温度条件 1 の試験結果整理

試験年月日	11 月 26 日	冷房期間を想定した 温度条件 1	一次側（熱源側） 熱媒温度(℃)	入口温度	20±0.3
試験機種名	MDIHP-L-W/W			出口温度	25±0.3
			二次側（利用側） 熱媒温度(℃)	入口温度	12±0.3
				出口温度	7±0.3

温度安定後の経過時間		5 分	10 分	15 分	平均	備考
一次側(熱源側) 熱媒温度	① 入口温度 ℃	19.9	20.0	19.9		
	② 出口温度 ℃	25.0	25.1	24.9		
③ 温度差 K		5.1	5.1	5.0		②－①
④ 一次側(熱源側)熱媒流量 ℓ/min		13.4	13.4	13.4		
⑤ 地中への排熱量 kW		4.8	4.8	4.7	4.8	③×④×60÷860
二次側(利用側) 熱媒温度	⑥ 入口温度 ℃	11.9	11.9	11.9		
	⑦ 出口温度 ℃	7.1	6.7	6.9		
⑧ 温度差 K		4.8	5.2	5.0		⑥－⑦
⑨ 二次側(利用側)熱媒流量 ℓ/min		11.9	11.9	11.9		
B ヒートポンプ生成熱量 kW		4.0	4.3	4.2	4.2	⑧×⑨×60÷860
入力電圧 V		201.5	202.6	202.6		
入力電流 A		3.95	4.00	4.01		
C ヒートポンプユニット消費電力 kW		0.68	0.68	0.68	0.68	
COP		5.9	6.3	6.2	6.1	B÷C

5 分後



10 分後

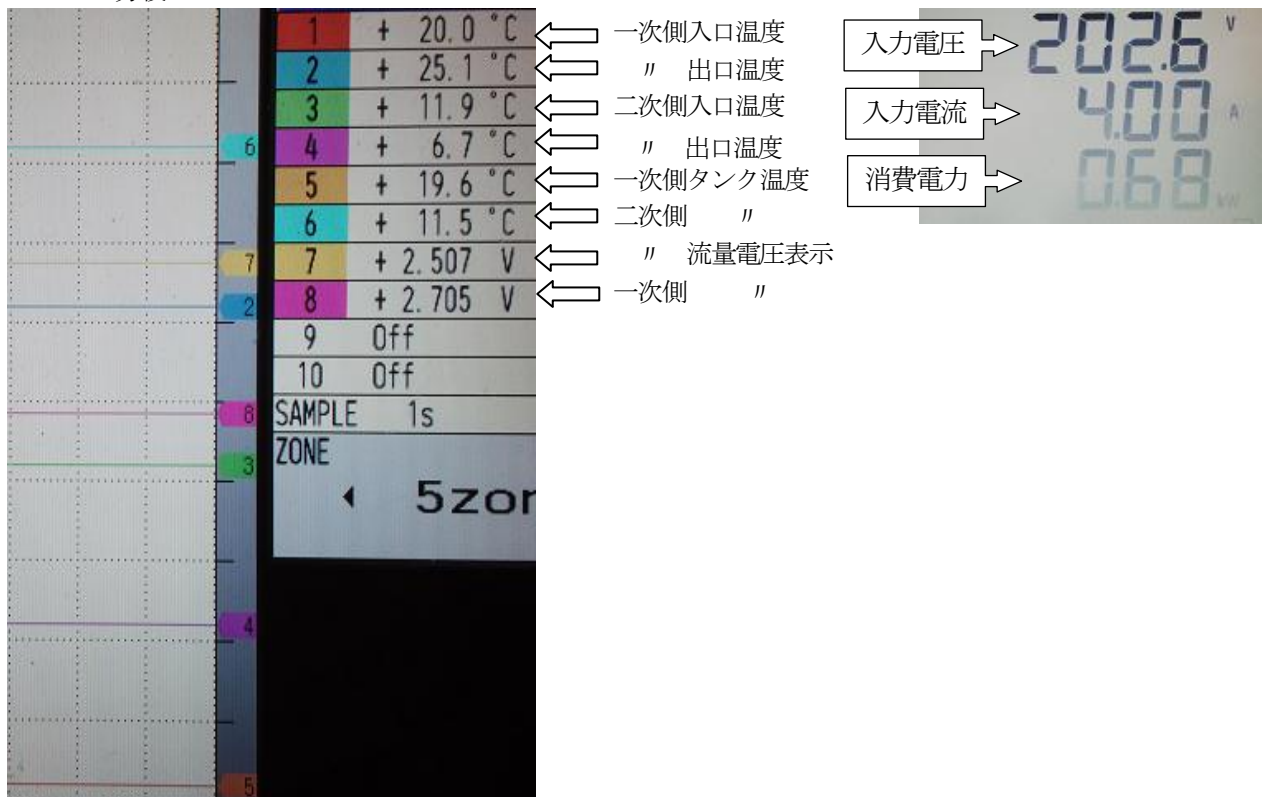


図 6-1 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件 1） 《次頁へつづく》

15 分後

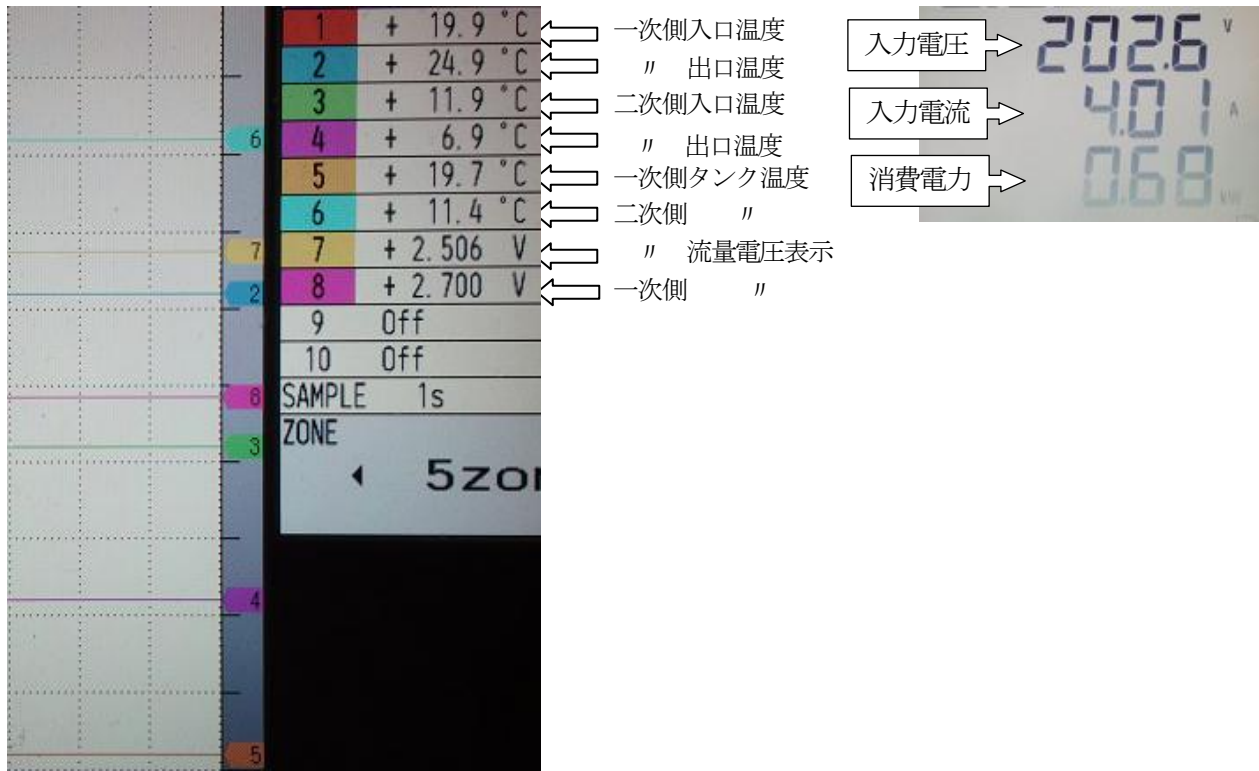


図 6-1 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件 1）《前頁からのつづき》

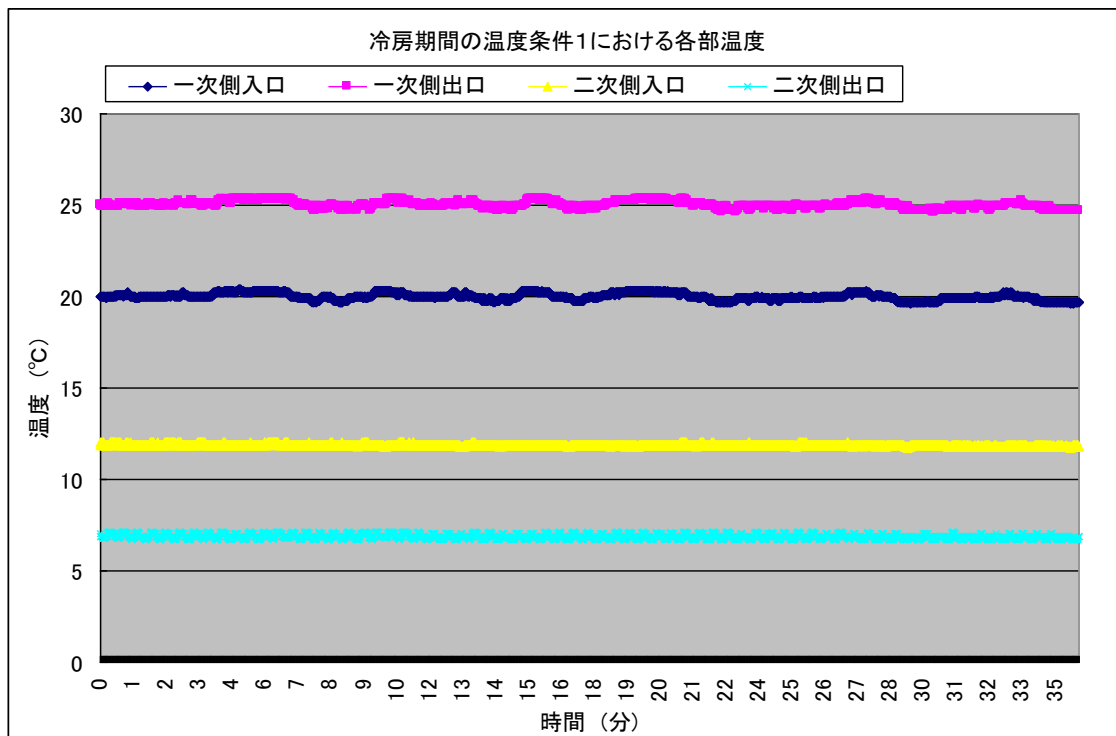


図 6-2 各部水温の安定確認（冷房期間の温度条件 1）

(2) 冷房期間の温度条件 2

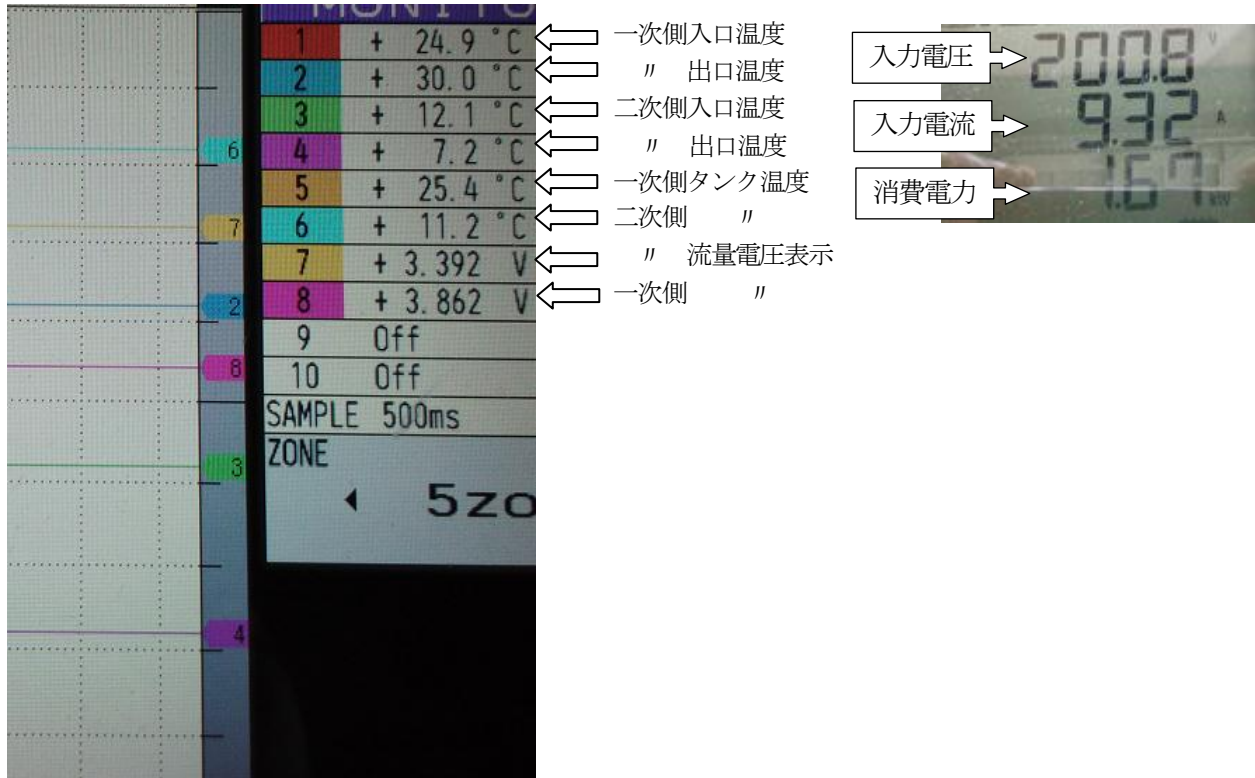
冷房期間の温度条件 2 での測定結果を表 6-2 に、測定時の計測器の指示の写真を図 6-3 (p.26、27) に、各部水温の安定確認のグラフを図 6-4 (p.27) に示す。

表 6-2 冷房期間の温度条件 2 の試験結果整理

試験年月日	11 月 23 日	冷房期間を想定した 温度条件 2	一次側 (熱源側) 熱媒温度(℃)	入口温度	25±0.3
試験機種名	MDIHP-L-W/W		二次側 (利用側) 熱媒温度(℃)	出口温度	30±0.3
				入口温度	12±0.3
				出口温度	7±0.3

温度安定後の経過時間		5 分	10 分	15 分	平均	備考
一次側(熱源側) 熱媒温度	① 入口温度 °C	24.9	24.9	24.9		
	② 出口温度 °C	30.0	30.0	30.0		
③ 温度差 K		5.1	5.1	5.1		②－①
④ 一次側(熱源側)熱媒流量 ℓ/min		22.4	22.5	22.4		
⑤ 地中への排熱量 kW		8.0	8.0	8.0	8.0	③×④×60÷860
二次側(利用側) 熱媒温度	⑥ 入口温度 °C	12.1	11.9	12.0		
	⑦ 出口温度 °C	7.2	6.9	7.1		
⑧ 温度差 K		4.9	5.0	4.9		⑥－⑦
⑨ 二次側(利用側)熱媒流量 ℓ/min		18.8	18.8	18.8		
B ヒートポンプ生成熱量 kW		6.4	6.4	6.4	6.4	⑧×⑨×60÷860
入力電圧 V		200.8	200.6	200.3		
入力電流 A		9.32	9.30	9.31		
C ヒートポンプユニット消費電力 kW		1.67	1.66	1.66	1.66	
COP -		3.8	3.9	3.9	3.9	B÷C

5 分後



10 分後

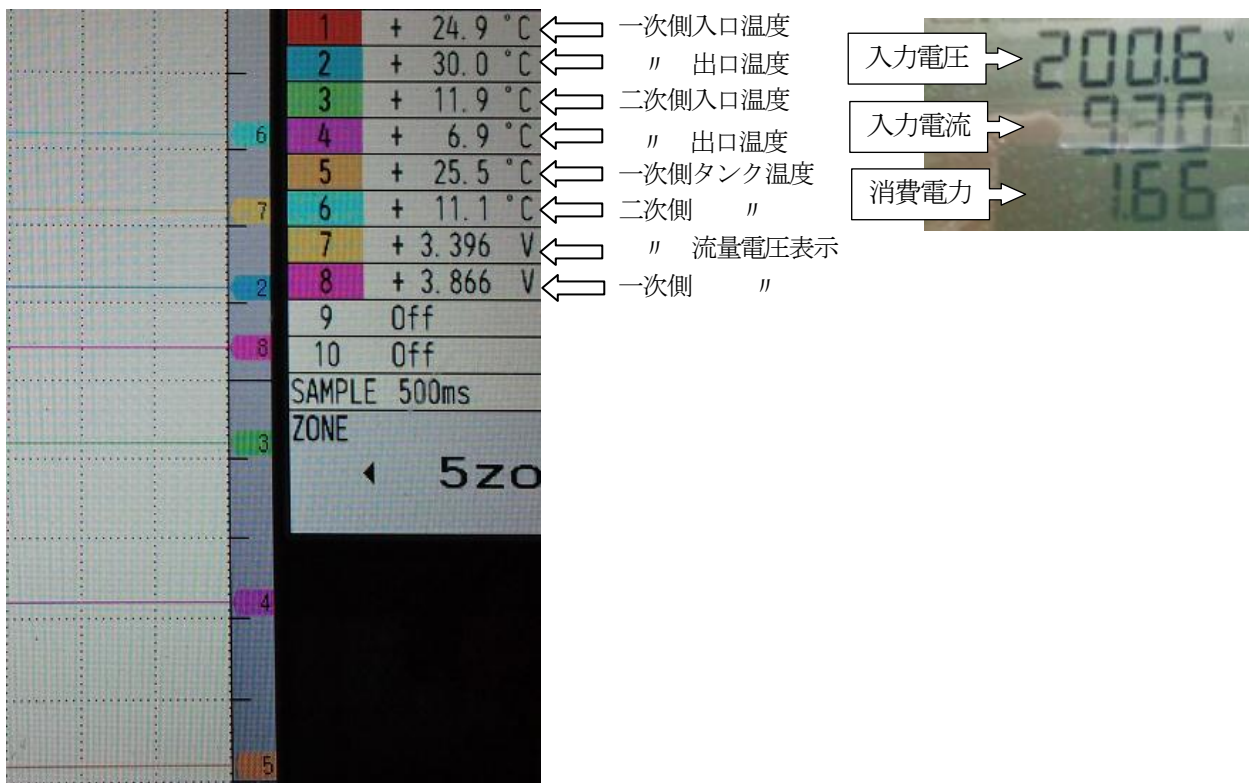


図 6-3 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件 2）《次頁へつづく》

15 分後

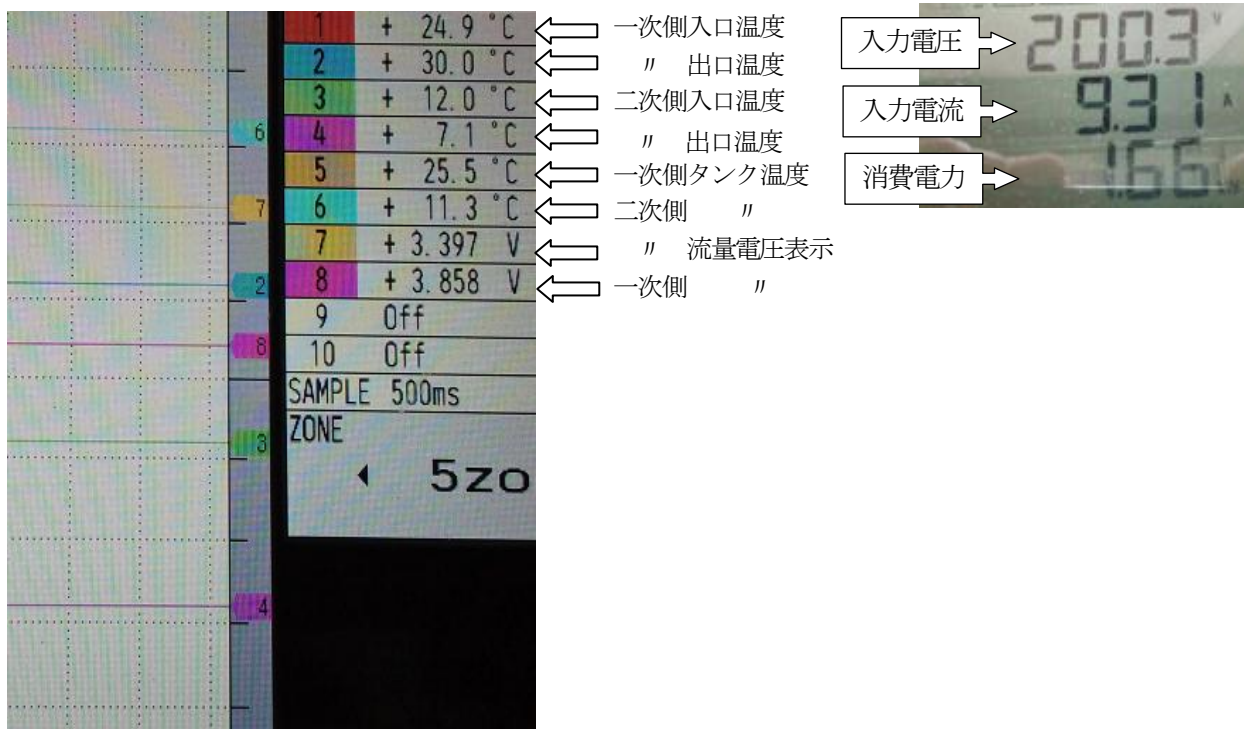


図 6-3 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件 2）《前頁からのつづき》

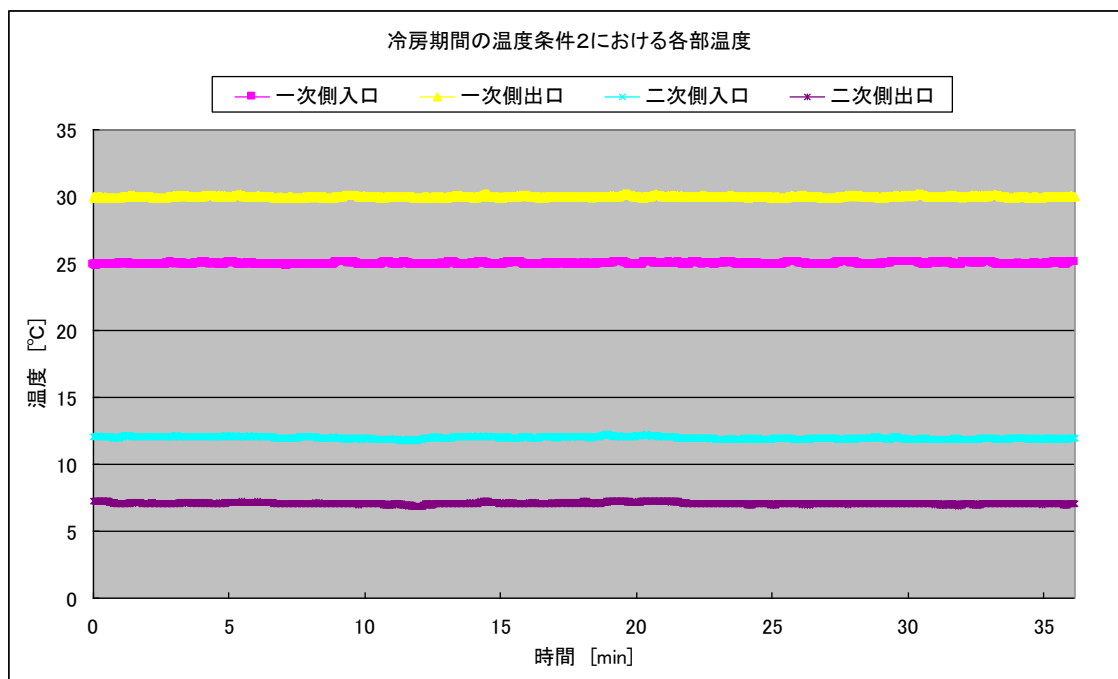


図 6-4 各部水温の安定確認（冷房期間の温度条件 2）

(3) 冷房期間の温度条件 3

冷房期間の温度条件 3 での測定結果を表 6-3 に、測定時の計測器の指示の写真を図 6-5 (p.29、30) に、各部水温の安定確認のグラフを図 6-6 (p.30) に示す。

表 6-3 冷房期間の温度条件 3 の試験結果整理

試験年月日	11 月 23 日	冷房期間を想定した 温度条件 3	一次側 (熱源側) 熱媒温度(℃)	入口温度	30±0.3
試験機種名	MDIHP-L-W/W		二次側 (利用側) 熱媒温度(℃)	出口温度	35±0.3
				入口温度	12±0.3
				出口温度	7±0.3

温度安定後の経過時間		5 分	10 分	15 分	平均	備考
一次側(熱源側) 熱媒温度	① 入口温度 °C	29.9	30.2	29.8		
	② 出口温度 °C	34.8	35.1	34.8		
③ 温度差 K		4.9	4.9	5.0		②－①
④ 一次側(熱源側)熱媒流量 ℓ/min		22.6	22.7	22.7		
⑤ 地中への排熱量 kW		7.7	7.8	7.9	7.8	③×④×60÷860
二次側(利用側) 熱媒温度	⑥ 入口温度 °C	11.8	11.8	12.0		
	⑦ 出口温度 °C	6.9	6.9	7.1		
⑧ 温度差 K		4.9	4.9	4.9		⑥－⑦
⑨ 二次側(利用側)熱媒流量 ℓ/min		18.7	18.7	18.7		
B ヒートポンプ生成熱量 kW		6.4	6.4	6.4	6.4	⑧×⑨×60÷860
入力電圧 V		199.2	199.6	200.0		
入力電流 A		10.41	10.41	10.33		
C ヒートポンプユニット消費電力 kW		1.85	1.85	1.84	1.85	
COP -		3.5	3.5	3.5	3.5	B÷C

5 分後



10 分後



図 6-5 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件 3）《次頁へつづく》

15 分後



図 6-5 計測器の指示の写真（冷房期間の温度条件3）《前頁からのつづき》

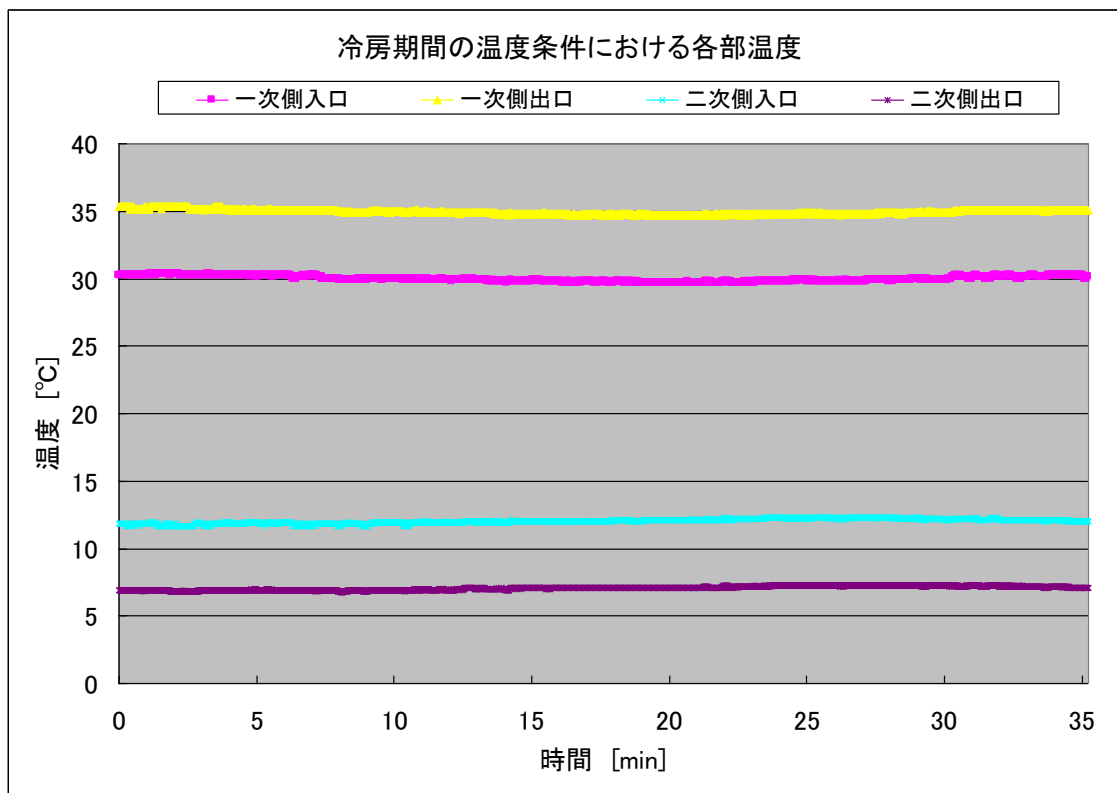


図 6-6 各部水温の安定確認（冷房期間の温度条件3）

(4) 暖房期間の温度条件 1

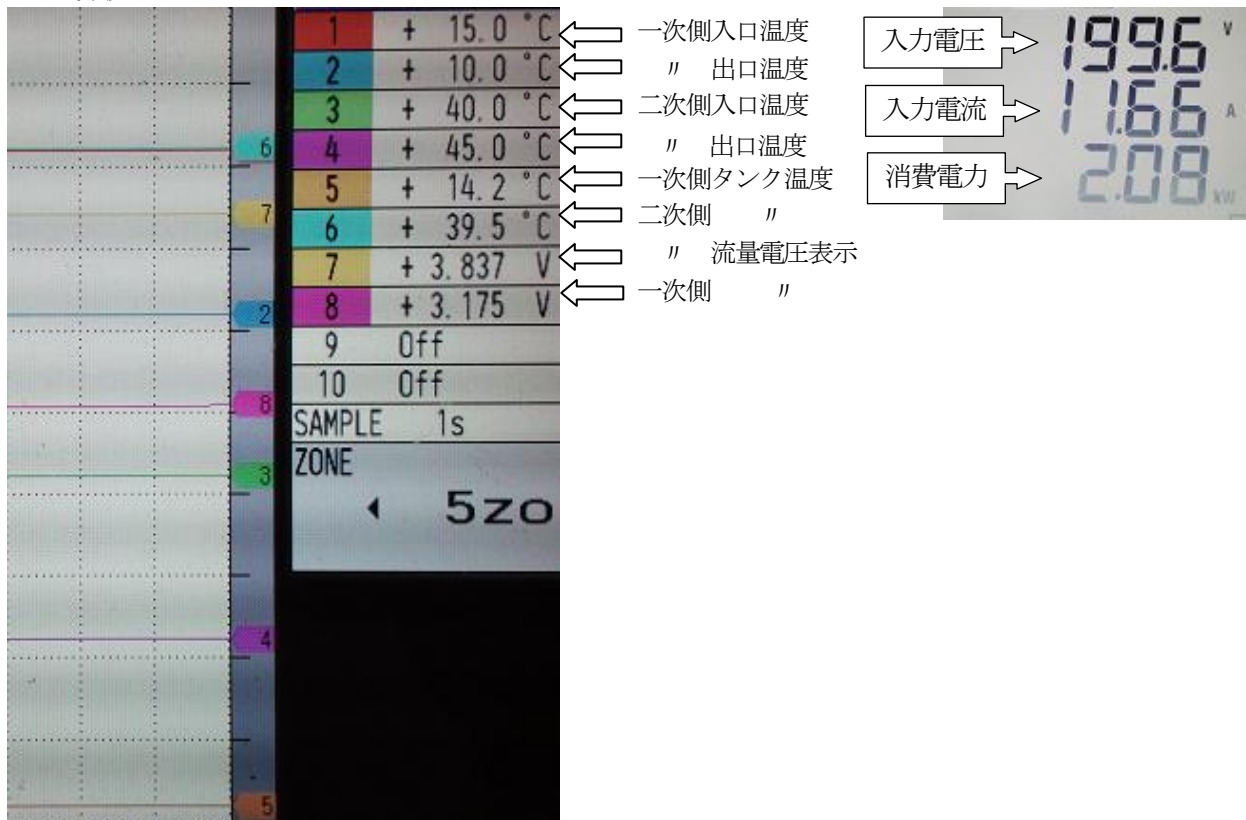
暖房期間の温度条件 1 での測定結果を表 6-4 に、測定時の計測器の指示の写真を図 6-7 (p.32、33) に、各部水温の安定確認のグラフを図 6-8 (p.33) に示す。

表 6-4 暖房期間の温度条件 1 の試験結果整理

試験年月日	11 月 26 日	暖房期間を想定した 温度条件 1	一次側（熱源側） 熱媒温度(℃)	入口温度	15±0.3
試験機種名	MDIHP-L-W/W		二次側（利用側） 熱媒温度(℃)	出口温度	10±0.3
				入口温度	40±0.3
				出口温度	45±0.3

温度安定後の経過時間		5 分	10 分	15 分	平均	備考
一次側(熱源側) 熱媒温度	① 入口温度 °C	15.0	14.9	15.0		
	② 出口温度 °C	10.0	9.9	10.1		
③ 温度差 K		5.0	5.0	4.9		②－①
④ 一次側(熱源側)熱媒流量 ℓ/min		17.1	17.0	17.0		
⑤ 地中への排熱量 kW		6.0	5.9	5.8	5.9	③×④×60÷860
二次側(利用側) 熱媒温度	⑥ 入口温度 °C	40.0	40.0	40.0		
	⑦ 出口温度 °C	45.0	45.0	45.0		
⑧ 温度差 K		5.0	5.0	5.0		⑥－⑦
⑨ 二次側(利用側)熱媒流量 ℓ/min		22.2	22.2	22.3		
B ヒートポンプ生成熱量 kW		7.7	7.7	7.8	7.7	⑧×⑨×60÷860
入力電圧 V		199.6	199.5	199.1		
入力電流 A		11.66	11.78	11.75		
C ヒートポンプユニット消費電力 kW		2.08	2.09	2.09	2.1	
COP -		3.7	3.7	3.7	3.7	B÷C

5 分後



10 分後

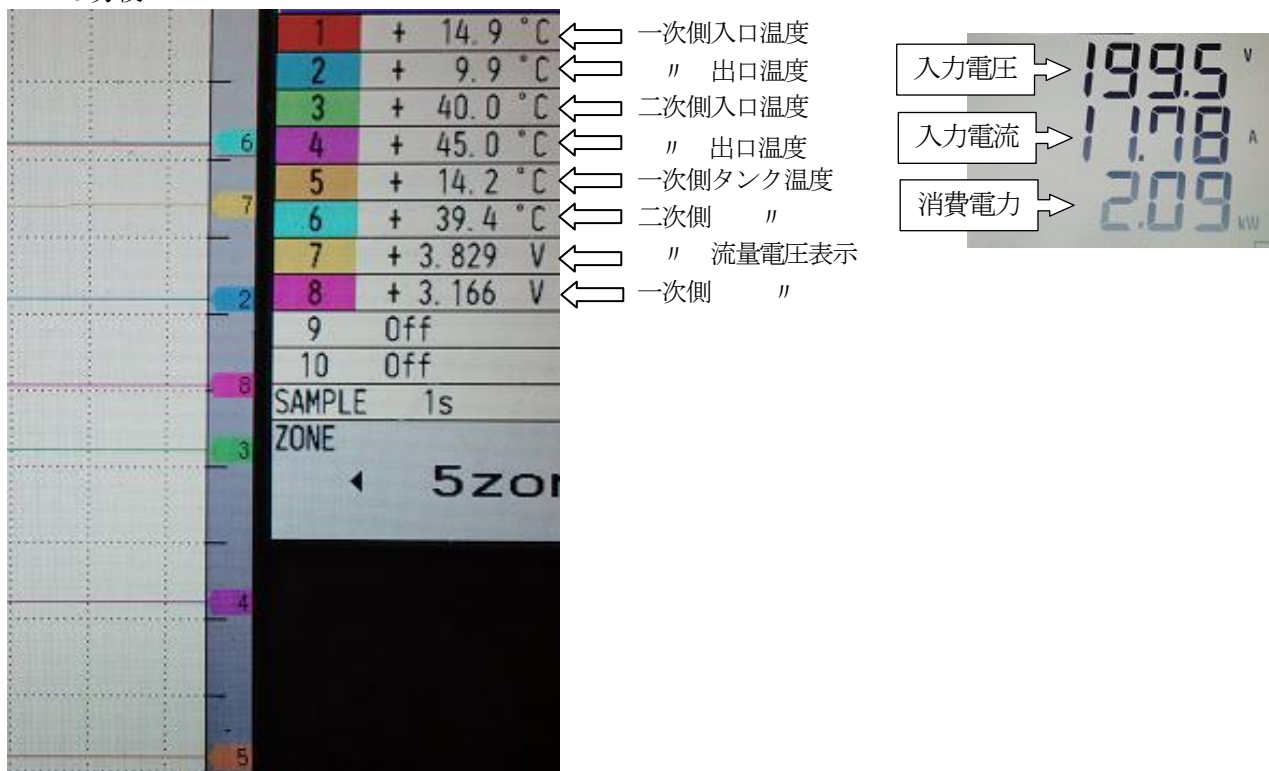


図 6-7 計測器の指示の写真（暖房期間の温度条件 1）《次頁へつづく》

15 分後



図 6-7 計測器の指示の写真（暖房期間の温度条件 1）《前頁からのつづき》

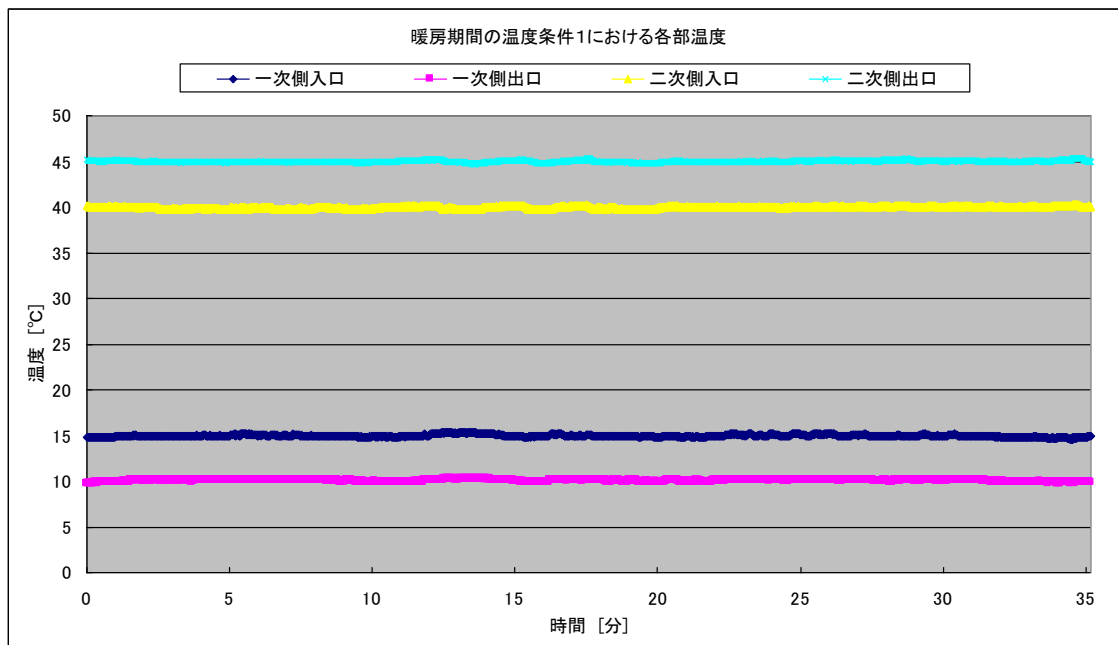


図 6-8 各部水温の安定確認（暖房期間の温度条件 1）

(5) 暖房期間の温度条件 2

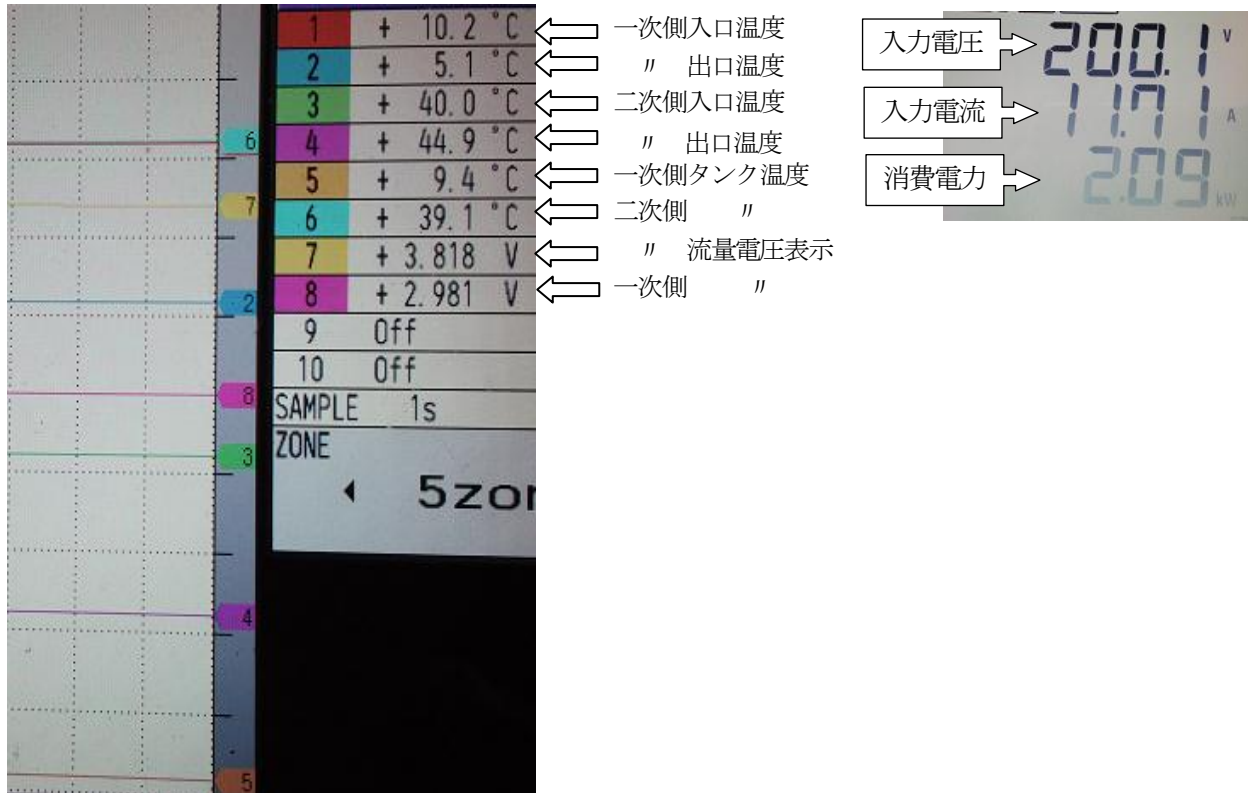
暖房期間の温度条件 2 での測定結果を表 6-5 に、測定時の計測器の指示の写真を図 6-9 (p.35、36) に、各部水温の安定確認のグラフを図 6-10 (p.36) に示す。

表 6-5 暖房期間の温度条件 2 の試験結果整理

試験年月日	11 月 26 日	暖房期間を想定した 温度条件 2	一次側 (熱源側) 熱媒温度(℃)	入口温度	10 ±0.3
試験機種名	MDIHP-L-W/W		二次側 (利用側) 熱媒温度(℃)	出口温度	5 ±0.3
				入口温度	40±0.3
				出口温度	45±0.3

温度安定後の経過時間		5 分	10 分	15 分	平均	備考
一次側(熱源側) 熱媒温度	① 入口温度 °C	10.2	10.2	10.1		
	② 出口温度 °C	5.1	5.0	5.1		
③ 温度差 K		5.1	5.2	5.0		②－①
④ 一次側(熱源側)熱媒流量 ℓ/min		15.6	15.5	15.9		
⑤ 地中への排熱量 kW		5.6	5.6	5.5	5.6	③×④×60÷860
二次側(利用側) 熱媒温度	⑥ 入口温度 °C	40.0	40.0	40.0		
	⑦ 出口温度 °C	44.9	45.0	44.9		
⑧ 温度差 K		4.9	5.0	4.9		⑥－⑦
⑨ 二次側(利用側)熱媒流量 ℓ/min		22.1	22.1	22.1		
B ヒートポンプ生成熱量 kW		7.6	7.7	7.6	7.6	⑧×⑨×60÷860
入力電圧 V		200.1	200.9	200.7		
入力電流 A		11.71	11.72	11.63		
C ヒートポンプユニット消費電力 kW		2.09	2.10	2.07	2.09	
COP -		3.6	3.7	3.7	3.7	B÷C

5 分後



10 分後

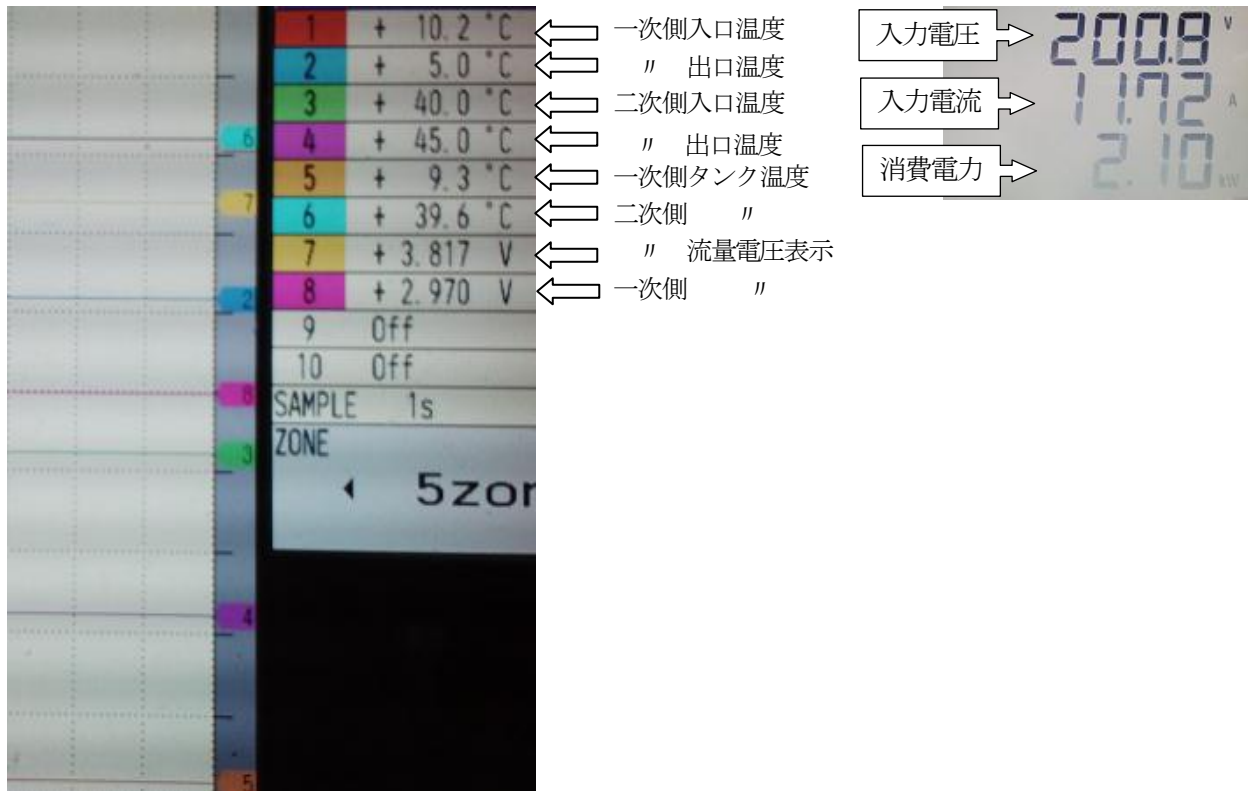


図 6-9 計測器の指示の写真（暖房期間の温度条件 2）《次頁へつづく》

15 分後

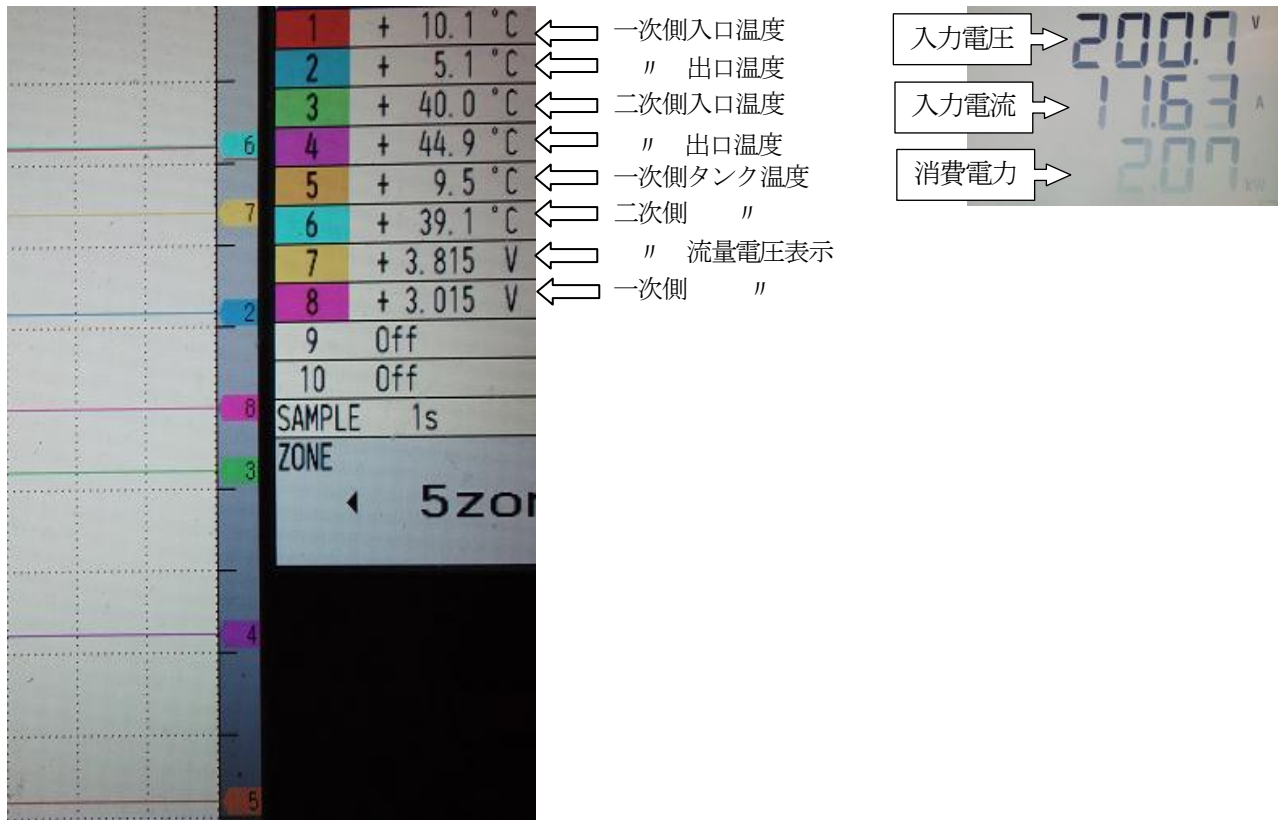


図 6-9 計測器の指示の写真（暖房期間の温度条件 2）《前頁からのつづき》

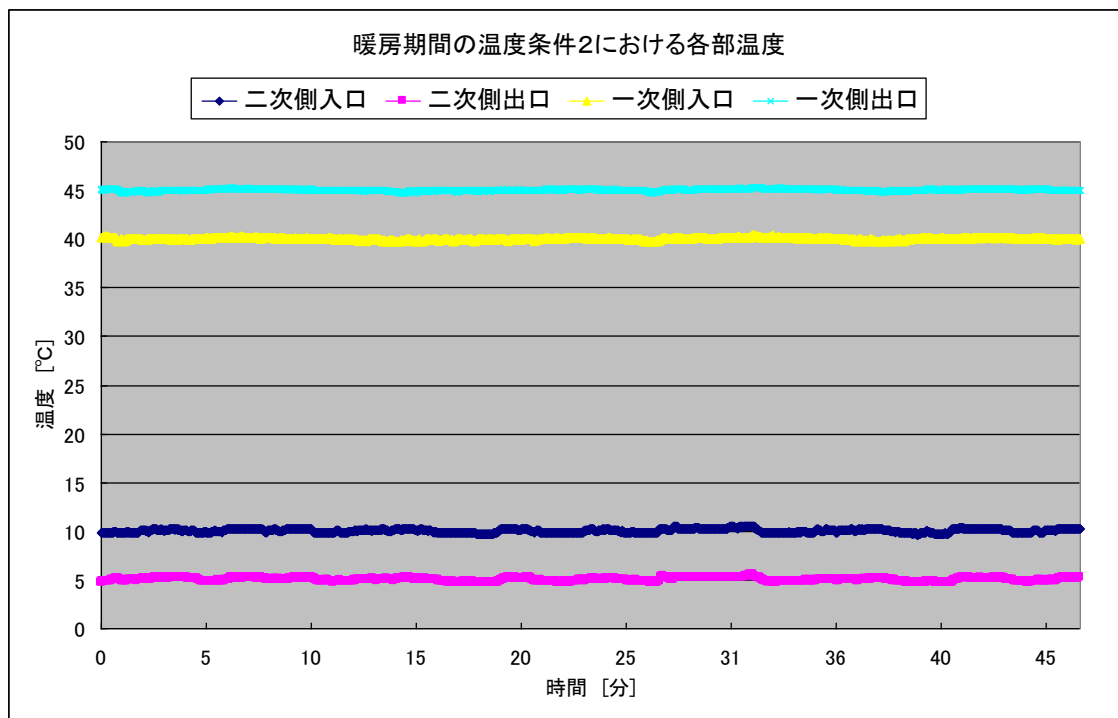


図 6-10 各部水温の安定確認（暖房期間の温度条件 2）

6.2 実証項目の試験結果まとめ

【必須項目】

表 6-6 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP*）

冷房COP[—]		熱源側(一次側)熱媒入口温度		
		20℃	25℃	30℃
利用側(二次側) 熱媒出口温度	7℃	6.1	3.9	3.5

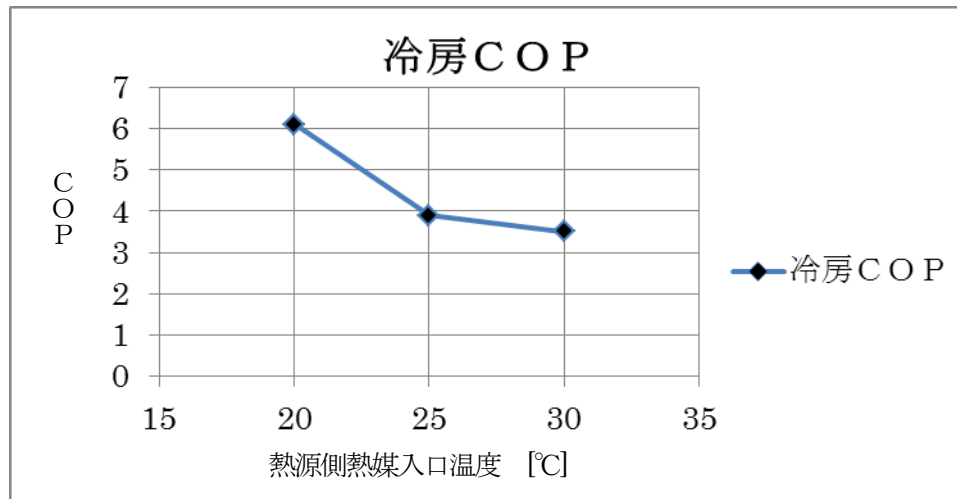


図 6-11 冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（冷房 COP）

【任意項目】

表 6-7 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP*）

暖房COP[—]		熱源側(一次側)熱媒入口温度	
		10℃	15℃
利用側(二次側) 熱媒出口温度	45℃	3.7	3.7

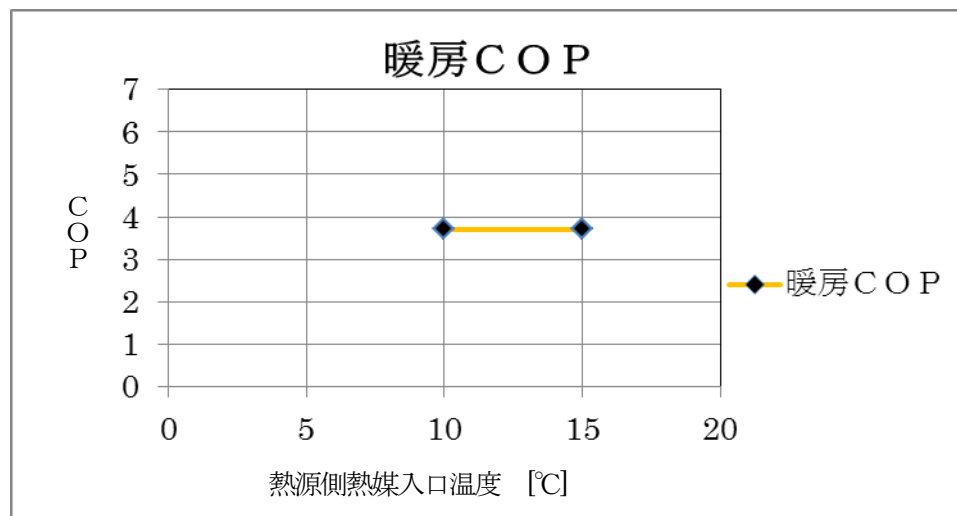


図 6-12 暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率（暖房 COP）

* 「冷房 COP」等の用語は、本報告書 詳細版 p.7 表 1-1 下 なお書き 参照。

7. 考察

(1) 本ヒートポンプの運転上の特徴

冷房期間の温度条件における「B ヒートポンプ生成熱量」は、温度条件 1 では 4.2kW (p.22 表 6-1)、温度条件 2 と 3 では 6.4kW (p.25 表 6-2、p.28 表 6-3) のように、温度条件によって幾分異なる値となっている。一般的なヒートポンプではこれらは近似した値となっていることが多いが、本ヒートポンプは圧縮機の回転数を一次側（熱源側）熱媒温度と二次側（利用側）熱媒温度に応じてインバータが自動的に制御するようになっているため、自動的に生成熱量もコントロールされるために幾分異なった値となっているものである。

○ 付録

1. 地中熱用語集

本資料の中で用いられる当分野の専門用語を以下に解説する。

● 地中熱

地下約 200m より浅い地盤に賦存する温度が数十℃以下の低温の熱エネルギー。その起源は地表面からの太陽エネルギーと地殻深部からの熱流であるが、火山地帯をのぞくと太陽エネルギーの割合が極めて大きい。一般に 10m より深いところの地中温度はその土地の年間平均気温より 1~2℃程度高い。地中熱の特徴は、年間を通じて温度がほとんど変わらないことで、夏は冷たく、冬は暖かく感じる。これを利用して冷房や暖房に利用するものである。

● 地中熱交換器

冷房時には地中へ放熱、暖房時には地中より採熱を行うために地中に設置された熱交換器。垂直型と水平型がある。垂直型はボアホール（深さ 50~150m 程度）や基礎杭（深さ 10~30m 程度）の内部に、U 字管を挿入し構築される。水平型は地表面から深さ 3~5m 程度の地中に U 字管などを水平に埋設して構築される。

● U 字管、U チューブ

地中熱の採放熱のため、ボアホールに挿入する先端を U 字状に接合した 2 本の管（主に樹脂管）。1 組の U 字管を用いるシングル U 字管型か、2 組を用いるダブル U 字管型が一般的。U 字管挿入後、ボアホール内の隙間には砂などが充填される。

● ヒートポンプ

環境温度より低い温度の物体（実際には空気や水などの流体）から熱を奪って（冷却）、高い温度の物体に熱を伝える（加熱）装置。冷却が目的ならば冷凍機、加熱が目的ならばヒートポンプと呼ばれるが原理は全く同じ。最近では、冷却と加熱の両方を目的とするものもヒートポンプと呼ばれている。ヒートポンプは冷蔵庫やエアコンでも用いられている。一般の家庭のエアコンのように室外機で外気に熱を捨てたり（冷房時）、外気から熱を取り入れたり（暖房時）しているものを空気熱源ヒートポンプとか空冷ヒートポンプと呼んでいる。外気との熱交換の代わりに水槽や冷却塔などで水に熱を捨てたり、水から熱を取り入れたりするものを水熱源ヒートポンプとか水冷ヒートポンプと呼んでいる。地中熱利用で使用するヒートポンプは、水熱源ヒートポンプである。

● 地中熱ヒートポンプシステム

地中熱を熱源とするヒートポンプを使用した空調や融雪等のシステム。地中熱の利用においてヒートポンプを用いない方法もある。ヒートポンプを使用することにより、15℃程度の暖かくない地中熱を少ない電力で効率的に 30 数℃まで昇温し暖房に使用できる。空気熱源ヒートポンプ（通常の家庭用エアコン）では、0~5℃程度の冷たい外気から熱を取り入れて 30 数℃まで昇温しているので、地中熱利用に比べると昇温の程度が大きく、その分多くのエネルギーを要する。冷房時には、地中熱ヒートポンプシステムでは、室内の 30℃程度の熱を 15℃程度の冷たい地中に捨てているので、熱を捨てやすい。空気熱源ヒートポンプでは、室内の 30℃程度の熱を、さらに温度の高い外気に捨てるので熱を捨てにくく、無理に捨てるために余分なエネルギーがかかる。

● COP (Coefficient of Performance,成績係数)、システム COP

ヒートポンプが生成する冷暖房熱量(W)と消費電力(W)の比で、以下のように定義される。

$$\text{COP} = \frac{\text{冷房(暖房)に利用する熱(出力) [W]}}{\text{ヒートポンプで消費するエネルギー(入力) [W]}}$$

COP が大きいほどヒートポンプの効率が高いことを示す。最先端の機器では COP が 6 以上に達するものもあるが、一般的には 3~6 程度である。地中熱ヒートポンプシステムでは、一次側の熱媒循環のために循環ポンプを使用するので、上式で消費電力として（ヒートポンプ消費電力+循環ポンプ消費電力）を使用することが多く、その場合はシステム COP と呼ばれている。

● COP_{ETV}

COP_{ETV} は、環境技術実証 (ETV) 事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中（冷房期間と暖房期間を合わせた期間）のシステムエネルギー効率の平均値である。

● サーマルレスポンステスト、熱応答試験

地中熱交換器周囲の地盤の熱伝導率や地中熱交換器の熱交換能力を推定するため、地中熱交換器に加熱した熱媒を循環させて熱媒の温度変化を測定し、熱伝導率や熱交換能力（地中熱交換器の熱抵抗）を求める試験方法。温度応答試験とも呼ばれる。

● 熱媒、熱媒体

ヒートポンプと外部との間の熱エネルギーの搬送媒体をいい、空調関係では水や空気などが用いられる。熱を顕熱の形で搬送する場合は、水の方が空気に比べて約 3500 倍も大きい熱エネルギーを送ることができる。

地中熱ヒートポンプシステムでは、一次側の熱媒は 0℃以下になる場合があるので不凍液（ブライン）が用いられることが多い。気温が 0℃以下となる恐れのある地域では、二次側（室内側）においても不凍液が使用される。不凍液としては、水にエチレングリコールやプロピレングリコールを混ぜた溶液が使用されることが多い。

● 冷媒

ヒートポンプの内部を循環してヒートポンプサイクルを形成する流体。一般的には代替フロンが用いられる。

「直膨式」といわれるタイプのヒートポンプシステムでは、二次側の室内機や一次側の地中熱交換器にまで、熱媒ではなく冷媒が循環して熱を搬送するものである。

● ヒートポンプ入口温度、出口温度

熱媒がヒートポンプに入る温度と出る温度。入口温度は熱媒の還り温度、出口温度は行き温度などということもある。地中熱交換器側からみると上記とは逆の関係になる。

● ヒートポンプの一次側、二次側

ヒートポンプの熱源側を一次側（地中熱の場合は地中熱交換器側）、冷暖房の対象となる施設側（室内機側）を二次側と呼ぶ。二次側は利用側とも呼ぶ。

● 熱伝導率、有効熱伝導率

「熱伝導率」は一般に純粋な物質や、地下水などの影響がない場合の岩石や土壌の熱伝導率を意味する。土壌は通常、複数の物質からなるうえ、それぞれが固体、液体、気体で構成され、各物質内および物質間で伝導・対流・放射などの現象が起こるため、非常に複雑な熱移動現象を表す。このため土壌の伝熱性能は、対象部分全体の平均的な熱伝導率、すなわち有効熱伝導率を用いて表されることが多い。地中熱利用の対象となる土壌は一般に地下水を含み、その地下水が流動していることもあるので、地下水やその流動の影響なども含めた有効熱伝導率が地中熱交換の性能には重要である。有効熱伝導率はみかけ熱伝導率ともいう。有効熱伝導率はサーマルレスポンス試験より求める。

● 地中熱交換井の熱抵抗値

地中熱交換井の熱抵抗 $R[K/(W/m)]$ は、1m 当たり 1W の熱交換をする場合に、熱抵抗により $R[K]$ の温度変化があることを表す。熱抵抗が大きい熱交換井では安定した温度をもつ地層と熱媒体との温度差が大きくなるので、夏には熱媒体が高温化し、冬には低温化する。すなわち、高い熱抵抗は地中熱利用システムにおいて COP を低下させる大きな要因となるため、熱抵抗はできるだけ低く抑えることが重要である。なお、「K」はケルビン温度で、温度の単位である。温度変化を表す場合は、K は℃と等しい。

● ヒートアイランド現象

都市部において気温が上昇する現象であり、最近顕著な環境問題の一つ。原因としては、空調システムや燃焼機器、自動車などの人工排熱の増加や、都市部における緑地・水面の減少などが挙げられる。地中熱利用では冷房排熱を大気中に放出しないので、ヒートアイランド現象の抑制に効果がある。

● 地熱

火山活動等に伴う地中の数百℃の熱エネルギー。主に発電に利用される。

● ブライン

熱媒として使用される不凍液のこと。熱媒は熱媒体、伝熱媒体とも呼ばれる。熱媒とは、ヒートポンプの一次側や二次側を循環して、地中とヒートポンプ、ヒートポンプと室内機との間で熱を運ぶ流体で、一般に水や不凍液が使われる。

● ボアホール

ボーリング機械で掘削される孔径が数 cm から 20cm 程度、深さが数 m から数百 m の孔。一般には揚水井、地質調査孔などとして利用されるが、地中熱利用では地中熱交換井として利用される。

【参考資料】

- 1) 北海道大学地中熱利用システム工学講座：『地中熱ヒートポンプシステム』、オーム社
- 2) 藤井光、駒庭義人(2011)：誌面講座『地中熱利用技術 7. サーマルレスポンス試験の原理と解析法、調査事例』、地下水学会、第 53 巻第 4 号
- 3) 日本冷凍空調学会編集：『初級標準テキスト 冷凍空調技術』

2. 品質管理に関する事項等の情報

(1) 品質管理システムのあらまし

実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）が、本実証試験で行った品質管理・監査について記す。

1) 品質管理の方法

JIS Q 9001 および JIS Q 17025 の趣旨にしたがって品質管理を行った。

2) 品質管理・監査体制

本実証試験における品質管理・監査体制は、表 8-1 のとおりである。なお、各担当の品質管理及び監査の内容については、表 8-3 (次頁) に示す。

表 8-1 実証機関の品質管理・監査体制

品質管理・監査担当	実証機関での役職	氏名
総括責任者	総括責任者	笹田政克
品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
技術監査	実証機関技術監査	安川香澄

(2) 試験とデータの品質管理

本実証試験は、実証申請者 (MD I 株式会社) の本社に設置した試験設備を使用して実施したが、公平性・公正性を保ち実証試験を実施するための品質管理は、次のとおりに行った。

本実証試験を実証申請者の試験設備を使用し実施した理由は、本実証対象技術である地中熱・下水等専用ヒートポンプの試験では、専門の試験装置とそれを扱えるオペレーター技師が必要であるが、実証機関では試験設備及びオペレーター技師を保有していないためである。これらを保有することは大きな費用がかかり、実証試験費用 (手数料: 実証申請者負担) が非常に高額になり、現実的ではない。そこで、実証申請者の設備を借りて行う試験を第三者実証として実施するために、以下の対応をした。

- 1) 実証試験現場で事前の確認や準備を行い、試験設備の試験能力や妥当性を確認した。
 - 2) 試験にあたっては、実証試験計画書に沿って試験をしているかどうかを確認した。
 - 3) 実証試験には実証機関担当者が実証試験実施場所に立ち会い、得られた測定データの確認をすることで、公正性を確保した。
 - 4) 実証試験データの品質管理については、実証申請者と共に、試験設備、計測器及びその精度、試験条件等の確認を行い、実証試験実施場所に実証機関の担当者が立会って確認をおこなった。
- この対応については、環境省及び技術実証検討会の了承を得た。

(3) 実証試験の準備確認と試験立会い確認

実証試験の準備確認は平成 26 年 5 月 8 日から 11 月 20 日まで 4 回、実証試験の立会確認は平成 26 年 11 月 23 日と 11 月 26 日に行った。実証試験での実証機関の立会・確認日と確認者を表 8-2 に示す。

表 8-2 実証試験での実証機関の現地確認日と立会・確認者

	現地確認日		現地確認者		
			品質管理担当	実証機関での役職	氏名
確認日と立会・確認者	準備確認	5 月 8 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
		7 月 7 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
		9 月 2 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
		11 月 20 日	品質管理責任者	実証機関事務局長	宮崎眞一
	試験確認	11 月 23 日		実証試験担当者	橋爪茂利雄
		11 月 26 日		実証試験担当者	橋爪茂利雄

(4) 品質管理の内容

表 8-1 に示した各担当による品質管理・監査の内容は表 8-3 にまとめて示した。

表 8-3 品質管理及び監査の内容

対象	品質管理		監査	
	責任者	対策実施内容	担当	監査内容
試験方法の妥当性	品質管理責任者	・実証試験は、実証試験要領¹⁾の規定に従い計画し実施した。 ・上記のことは、品質管理責任者などが現地で確認をした。	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	・実証試験計画書作成時に、監査を行った。
測定機器の精度、測定設備の妥当性	品質管理責任者	・測定機器の精度は実証試験要領¹⁾に従い実施した。 ・測定機器の精度を品質管理責任者と実証試験担当者が確認した。	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	・実証試験開始時に担当者から確認を行った。
データの取得	品質管理責任者	・実証試験及び測定データの取得は、専門技術が必要なため実証申請者の技師が行った。実証試験担当者が実証試験実施場所で試験に立ち会い確認した。	実証機関総括責任者	・実証試験期間の終了に際して、監査を行った。
データの保管	品質管理責任者	・測定データの保管は、品質管理責任者が行った。	実証機関総括責任者	・実証試験終了後、監査を行った。
測定のトレーサビリティ	品質管理責任者	・測定機器や測定方法は明瞭に記録しており、測定のトレーサビリティを確保した。	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	・実証試験終了後に監査を行った。
データの検証	品質管理責任者	・測定データの整理・解析は実証申請者の技師が行い、その結果は品質管理責任者が確認した。	実証機関総括責任者	・実証試験期間の終了後監査を行った。
実証試験報告書の妥当性	品質管理責任者	・実証試験報告書は、品質管理責任者、総括責任者、技術監査が確認した。また技術実証検討会の了承を得た。	実証機関総括責任者及び実証機関技術監査	・技術実証検討会の資料及び報告書の原稿に対して、監査を行った。

○ 参考文献

- 1) 環境技術実証事業 「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム 実証試験要領」、環境省 水・大気環境局総務課環境管理技術室、平成 26 年 5 月 1 日